

次世代電力供給システム分野に係る 技術に関する施策・事業評価の概要

平成26年2月27日
資源エネルギー庁
電力・ガス事業部
電力基盤整備課

目 次

1. 技術に関する施策評価の概要
2. 技術に関する事業評価の概要
 - 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事業
 - A2. 高湿分空気利用ガスタービン実用化技術開発事業
 - B. 高効率ガスタービン技術実証事業
 - B1. 1700℃級ガスタービン技術実証事業
 - B2. 高湿分空気利用ガスタービン技術実証事業
 - C. 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発事業
 - 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

1. 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(1/3)

目的

我が国の現状と課題

○地球温暖化を巡る動向

- ・ 東日本大震災以降、火力発電の焚き増しにより、温室効果ガスの排出が大幅に増加

○電源構成

- ・ 東日本大震災後、原子力発電所の長期停止により、火力発電比率は約9割まで上昇するとともに、エネルギーコストも上昇

○太陽光発電等の再生可能エネルギーの導入推進

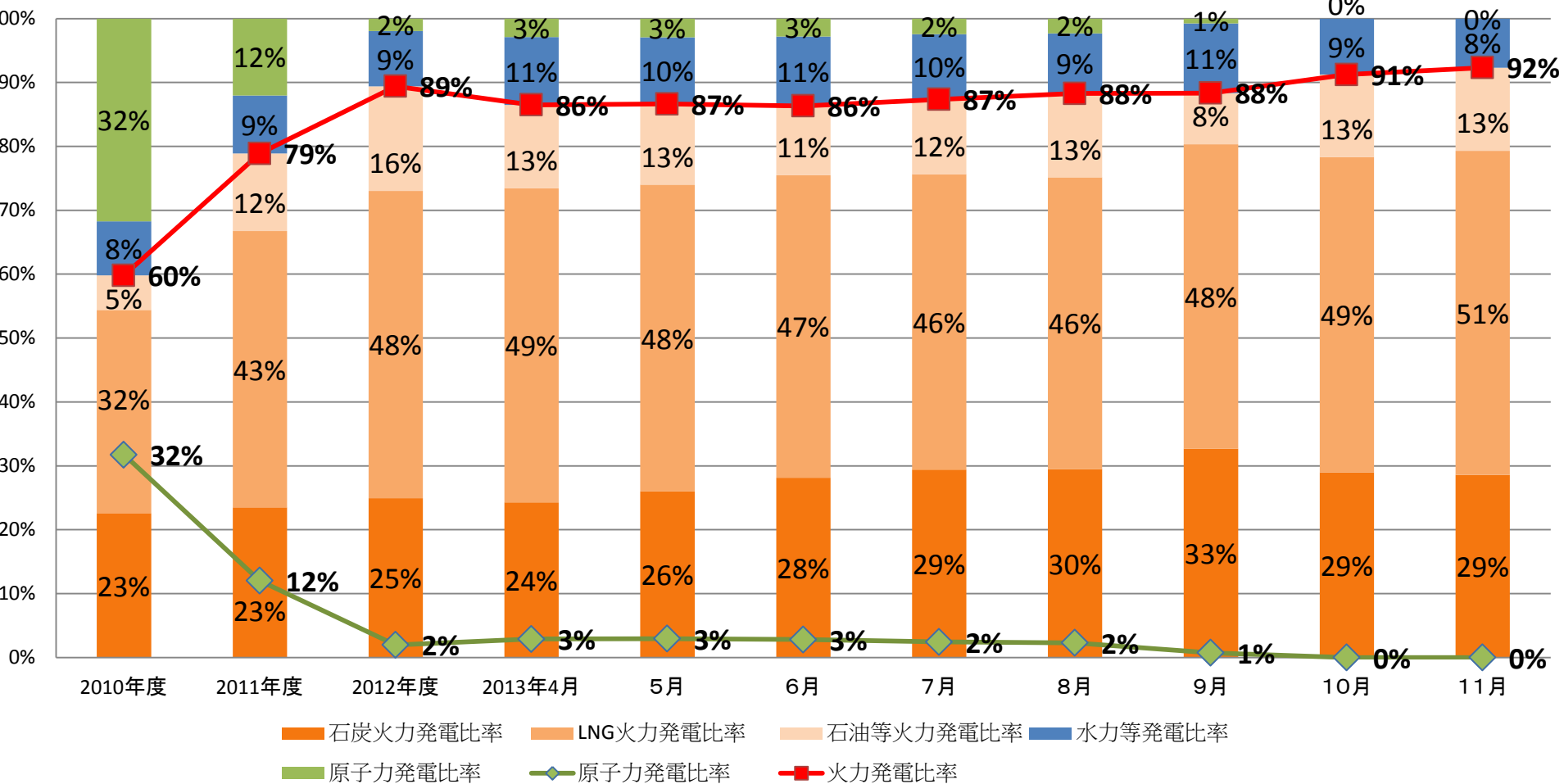
- ・ 天候等により電力系統が不安定になり、我が国の電力の安定供給を阻害するおそれあり



施策

- エネルギー需給構造上の課題解決に向け、温室効果ガスの抑制、電力の安定供給といった点を踏まえた技術開発を推進していくことが重要。

電気事業者(一般・卸)の電源構成推移(発電電力量比率)



1. 施策の目的・政策的位置付け(2/3)

政策的位置付け(火力発電技術)

「日本再興戦略」(平成25年6月14日)

◇高効率火力発電を徹底活用し、エネルギーコストを低減させる。(中略)先進技術開発を加速し、世界最高水準の効率を有する火力発電を我が国で率先して導入するとともに、世界へ積極的に展開する。

○火力発電の技術開発支援

- ・ 先進超々臨界圧火力発電(A-USC)について2020年代の実用化を目指す(発電効率:現状39%程度→改善後46%)。
- ・ LNG火力について、2020年頃までに1700度級ガスタービンの実用化を目指す(発電効率:現状52%程度→改善後57%)。

「環境エネルギー技術革新計画」(平成25年9月13日)

◇生産・供給分野

日本のみならず、全世界においてエネルギーの安定供給と経済成長を図りつつ、低炭素化を実現するため、高効率火力発電技術の更なる高度化と再生可能エネルギーの低コスト化を行い、世界的な普及を図る。

◆環境エネルギー技術革新計画

1. 高効率石炭火力発電

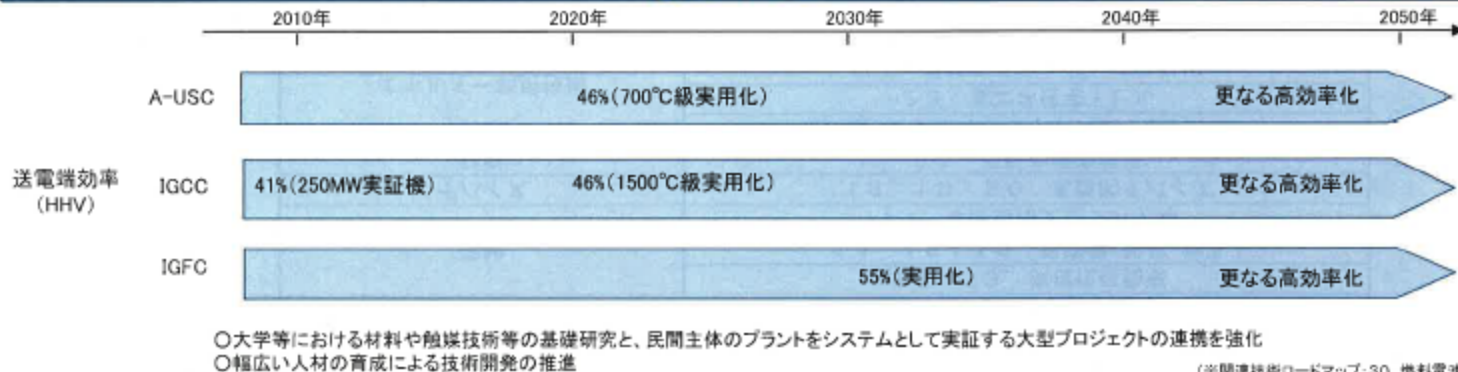
技術の概要

- 高効率石炭火力発電技術としては、研究段階のものも含め、微粉炭石炭火力発電の蒸気条件が高温・高圧である超々臨界圧発電(USC)、先進的超々臨界圧発電(A-USC)や石炭をガス化して発電する石炭ガス化複合発電(IGCC)、IGCCに燃料電池を組み合わせた石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)といった技術がある。
- 将来CCSが商用化し、導入されれば、二酸化炭素排出をほぼゼロにすることが可能。
- 既に商用化されている日本の石炭火力発電技術(USC)を、米中印の海外の石炭火力発電に導入した場合、エネルギー起源CO₂を15億トン削減できるとの試算あり。

我が国の技術開発の動向・課題

- A-USCについては、技術開発支援を2008年度から実施中。電力産業用大容量ボイラー・タービンシステム、高温弁技術の開発が主要な課題。700℃以上の高温蒸気にも耐えられる材料の開発も課題。
- IGCCについては、空気吹きIGCCについて、福島県で実証試験を行い、今後は、ガスタービンの高効率化、燃焼器部分等の技術開発等が課題。
- IGFCについては、基幹技術である酸素吹IGCCについて、中国電力(株)の大崎発電所構内で、全体システムの信頼性向上等に係る実証試験を実施中。今後は、石炭ガス化ガスと燃料電池の適合性の検証等が課題。
- 発電効率の向上、多炭種の活用、発電コストの低減に向けた技術開発が重要。

技術ロードマップ



国際動向

普及の現状

- 世界の石炭火力発電所の大半は米国と中国、インドに集中しており、その多くは発電効率が35%以下と低い。USCは日本では既にかなり普及しており、中国でも最近大型石炭火力で導入が始まっている。インドでは一部SCの導入が行われているが、石炭火力発電所の多くは低効率の従来型である。

技術開発の動向

- 欧州では電力・メーカーを主体としたAD700プロジェクトにおいて、現在700℃の蒸気を用いた各種要素試験が行われている。また、クリーン・コール政策として、(1)CCS(CO₂分離回収・貯留)、(2)IGCC(石炭ガス化複合発電)の推進に向けた資金支援プログラ

ムを導入し、(3)超々臨界圧発電(USC)、先進的超々臨界圧発電(A-USC)についてはEU企業参加による共同開発を推進している。CCSについては2020年以降の商業実用化を目指しており、A-USCについては2016年までに実証試験を完了する。

- 米国では、「クリーン・コール・パワー・イニシアチブ」(CCPI)や、「クリーン・コール技術実証プログラム」の中で、将来的にゼロ・エミッションまたはそれに近い石炭火力の実現を目指している。

我が国の国際競争力

- 我が国の石炭火力発電設備の平均発電効率は現時点で約41%(発電端・HHV)となっており、諸外国が30%台であるのと比較して世界最高の水準にある。

◆環境エネルギー技術革新計画

2. 高効率天然ガス発電

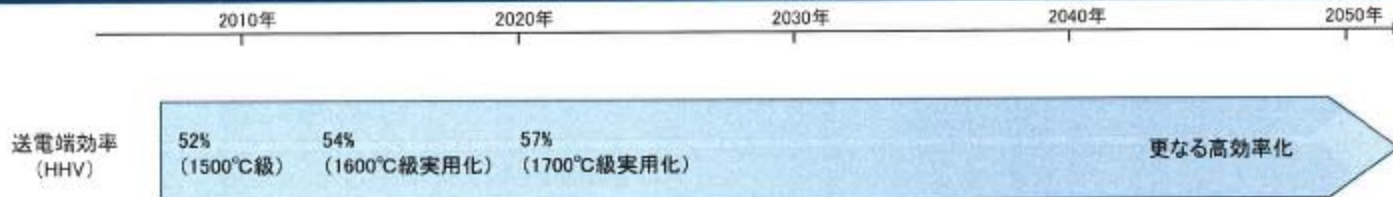
技術の概要

- 高効率天然ガス発電技術としては、ガスタービン及び蒸気タービン複合発電技術や、開発中の高温分空気利用ガスタービン技術(AHAT)がある。
- 我が国では1600℃級のガスタービンの開発が完了し、2013年10月より関西電力の姫路第二発電所にて営業運転を開始予定(発電効率54%、送電端・HHV)。
- 将来CCSが商用化し、導入されれば、二酸化炭素排出をほぼゼロにすることが可能。
- IEAはEnergy Technology Perspectives2010(世界のエネルギー起源CO₂の排出量を2050年に2005年比で半減させる)ブルーシナリオにおいて、天然ガス火力発電で2.8億トン程度のポテンシャルがあると試算。

我が国の技術開発の動向・課題

- 我が国は、コンバインドサイクル発電に関して、2013年頃に1600℃級で54%、2020年頃には1700℃級で57%の発電効率(送電端・HHV)を達成することを目指している。また、トリプルコンバインドサイクル発電システムについて、要素技術開発を実施している。
- AHATについては、2020年頃までに10万kW級で51%(送電端・HHV)の発電効率を実現することを目指している。
- 1700℃級ガスタービンの開発では、超高温耐熱合金をはじめとする高温耐熱性タービンの開発等が主要な課題となっている。この課題を解決し、現状最大52%の発電効率(送電端・HHV)を57%(2020年頃)まで上げることが目標。
- AHATについては、高効率圧縮機設計技術やタービン翼冷却技術の開発が必要である。

技術ロードマップ



- ガスタービン技術は、空力、熱力、燃焼、材料等の広範囲で高度な設計技術・製造技術を有することから、産学官の連携の下、技術開発を進めることが重要(大学等における材料や触媒技術等の基礎研究と、民間主体のプラントをシステムとして実証する大型プロジェクトの連携を強化)
- 幅広い人材の育成による技術開発の推進

国際動向

普及の現状

- 米国では、2013年にフロリダ州において、発電効率(送電端・HHV)が約54%となる高効率ガスタービンの営業運転が開始される予定。

技術開発の動向

- 米国エネルギー省(DOE)の国家プロジェクトでは、ガスタービンメーカーや大学に2003年から2015年にかけて約1,000億円を投資して、高効率化を目指している。
- 欧州では、CAME-GTと呼ばれるイニシアチブの中で高効率ガスタービンの開発が推進され、現在は第7次研究枠組計画(FP7)の中で個別の技術要素の改良に向けた研究開発が実施されている。

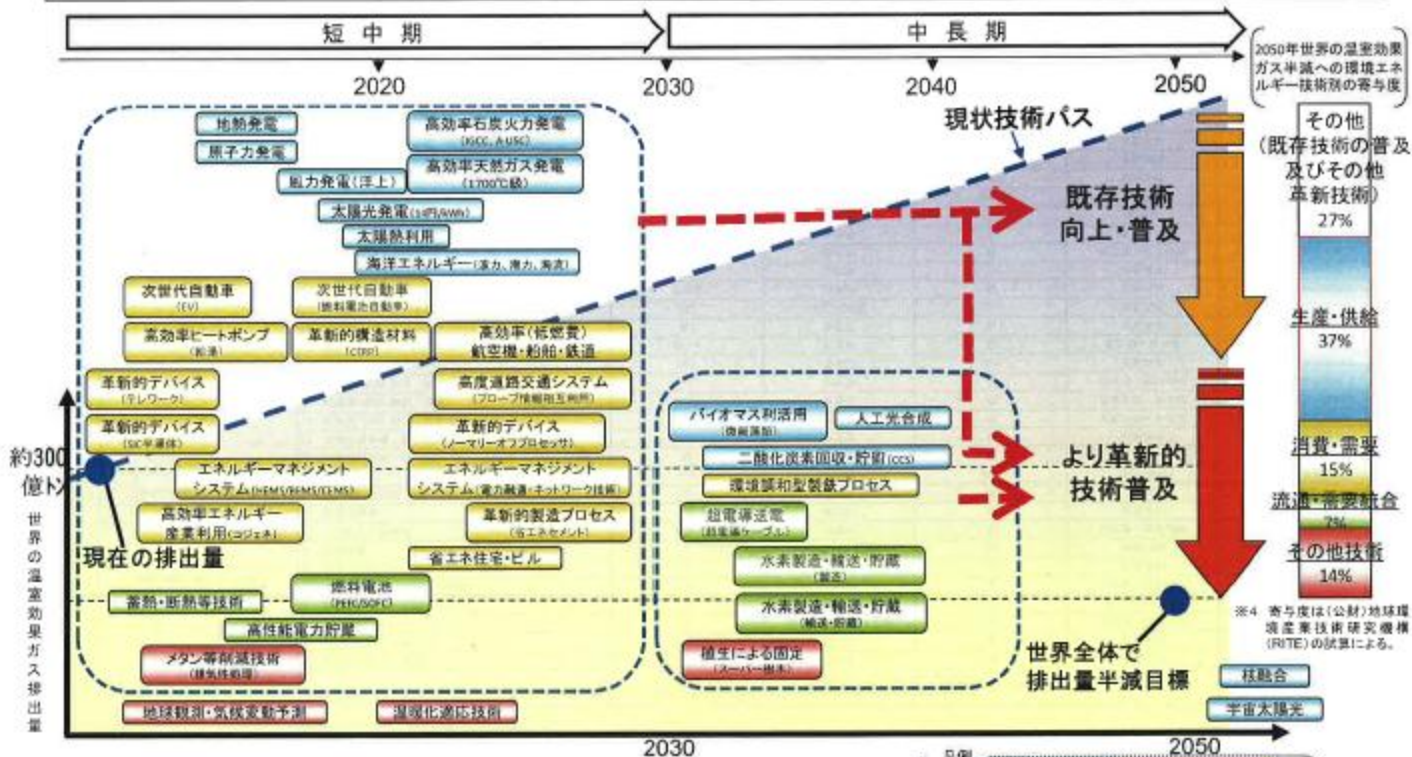
我が国の国際競争力

- 我が国では、入口ガス温度を1600℃まで高め世界最高水準の発電効率(送電端・HHV)54%を実現した「1600℃級複合発電」が2013年10月頃に営業運転が開始される予定であり、我が国の技術開発レベルは世界最高水準にある。
- ガスタービンの高温化はスピードが非常に速く、1980年代初頭の複合発電システムの導入以降、年間約20℃という早いペースで燃焼温度の高温化が進み、熱効率が改善してきた。熾烈な開発競争の中、高温化に対して技術的に開発が可能な国は、米・独・日の3カ国に絞られつつある。

◆環境エネルギー技術革新計画

我が国の環境エネルギー技術の世界への貢献

我が国は、優れた環境エネルギー技術を、短中期、中長期と切れ目なく開発を進め、世界に普及することにより、2050年までに世界全体で温室効果ガスを半減する目標達成に貢献する。既存技術の向上・普及だけでは限界があることから、中長期的により革新的な技術開発を推進する必要がある。



※1 環境エネルギー技術の横軸上の位置は、各技術のロードマップを踏まえ、本格的な普及のおおよその時期を示すものである。

※2 「現状技術パス」は、各種技術の効率(例えば、石炭火力発電の発電効率)が変化しない場合の世界全体のおおよその排出量を示すものである。

※3 「既存技術向上・普及」及び「より革新的な技術普及」の矢印は、世界全体で排出量半減の目標を達成するためには、既存技術の向上・普及だけでなく、より革新的な技術の普及による削減が必要であることを示すものであり、それぞれの技術による削減額を示すものではない。

凡例

※1 種の横軸の中位が本格的な普及のおおよその時期を示す
 ※2 横軸の中は、各項目における技術の一例を、本文の短中期、中長期の分類に合わせて書き出したもの

1. 施策の目的・政策的位置付け(3/3)

政策的位置付け(送配電技術)

「日本再興戦略」(平成25年6月14日)

◇次世代デバイス・部素材の開発を進め、生産から流通、消費の至るところに組み込んで製品・システムを高効率化することにより、エネルギーを効率的に利用する。

○次世代デバイス・部素材(パワーエレクトロニクス等)研究開発・事業化
・ パワーエレクトロニクスや超低消費電力デバイス、光通信技術、超軽量・高強度の構造材料等の研究開発及び事業化を推進し、新市場を創出する。

「環境エネルギー技術革新計画」(平成25年9月13日)

◇流通・需給統合分野

従来のエネルギー需要家において、エネルギー変換や貯蔵が可能となる中、供給・流通・需要全体で最も効率的となるシステムの形成を目指し、必要な個々の技術を開発する。

◆環境エネルギー技術革新計画

33. 超電導送電

技術の概要

- 超電導状態により、送電時のエネルギー損失を低減するケーブル送電技術(超電導は、特定の物質が低温に冷やされた時に、電気抵抗がゼロになる現象)
- 高温超電導(超電導になる臨界温度が液体窒素の沸点(−196℃)より高い)線材を活用することにより、送電ロスを削減することが可能。
- 今後の都市部における電力需要の増大や、途上国における一部電力システムの構築において、送電ロスを抑え電力エネルギーの効率的な利用を可能とする技術である。

我が国の技術開発の動向・課題

- 技術開発要素としては、線材・ケーブルの長尺化、高電圧化、大電流化、低損失化、変圧器や電力貯蔵装置の開発、冷凍機技術がある。
- NEDOにおいてY(イットリウム)系超電導電力機器の技術開発やBi(ビスマス)系高温超電導ケーブルの実証プロジェクトを実施。また、国土交通省においても、鉄道の変電所から電車で電力を供給する直流導き電線を超電導状態とする、超電導き電ケーブルの技術開発支援を実施。
- Y系超電導電力機器については、Y系材料を用いた300m以上の長さを有する線材や数10m級の超電導ケーブルを開発済み。Bi系高温超電導ケーブルについても、大容量化・低コスト化・長尺化を進めるための開発を進めており、早期の本格的な産業利用を目指している。

技術ロードマップ



国際動向

普及の現状

- 先進国においては、送電ロスの低減のみならず大容量の送電が可能になることから、都市部の電力需要対策として地中ケーブルへの活用が期待されている。米国ニューヨーク州(オルバニープロジェクト)では2006年7月より約7万世帯に実線路に送電開始。
- 我が国においては、昨年末よりNEDO事業の一環として電力システムへの連系運転の実証を開始し、海外の電力各社等の注目を集めている。

技術開発の動向

- NEDOでは、「イットリウム系超電導電力機器技術開発」や「高温超電導ケーブル実証プ

ロジェクト」を推進している。「イットリウム系超電導電力機器技術開発」では、Y系材料を用いた300m以上の長さを有する線材や超電導ケーブルの開発を実施。

- NIMSでは、新たな線材開発・超電導メカニズム解明から線材化プロセスなどを含め、送電時の低損失化等に資する先端超電導線材に関する研究を実施。

我が国の国際競争力

- 超電導技術は我が国が優位性を有する分野であり、特に第1世代と呼ばれるビスマス系線材と、第2世代と呼ばれ世界的な競争が始まっているイットリウム系の超伝導ケーブルの開発では、日本が欧米に対して技術的リードを保っている。

平成25年度の主な電力関係技術開発政策について

1. 当面の電力需給の安定化
(・分散型電源導入促進事業費補助金)

2. 再エネ・省エネの最大限の推進

風力

- ・風力発電のための送電網整備実証事業費補助金
- ・洋上風力発電技術研究開発
- ・風力発電高度実用化研究開発事業
- ・浮体式洋上風力発電所実証研究事業

太陽

- ・太陽光発電システム次世代高性能技術の開発
- ・革新型太陽電池研究開発
- ・有機系太陽電池実用化先導技術開発事業
- ・太陽光発電多用途化実証事業

その他

- ・地熱発電技術研究開発事業
- ・海洋エネルギー技術研究開発事業
- ・高温超電導直流送電システム実証研究
- ・再生可能エネルギー余剰電力対策技術高度化事業費補助金

3. エネルギー安定供給の確保

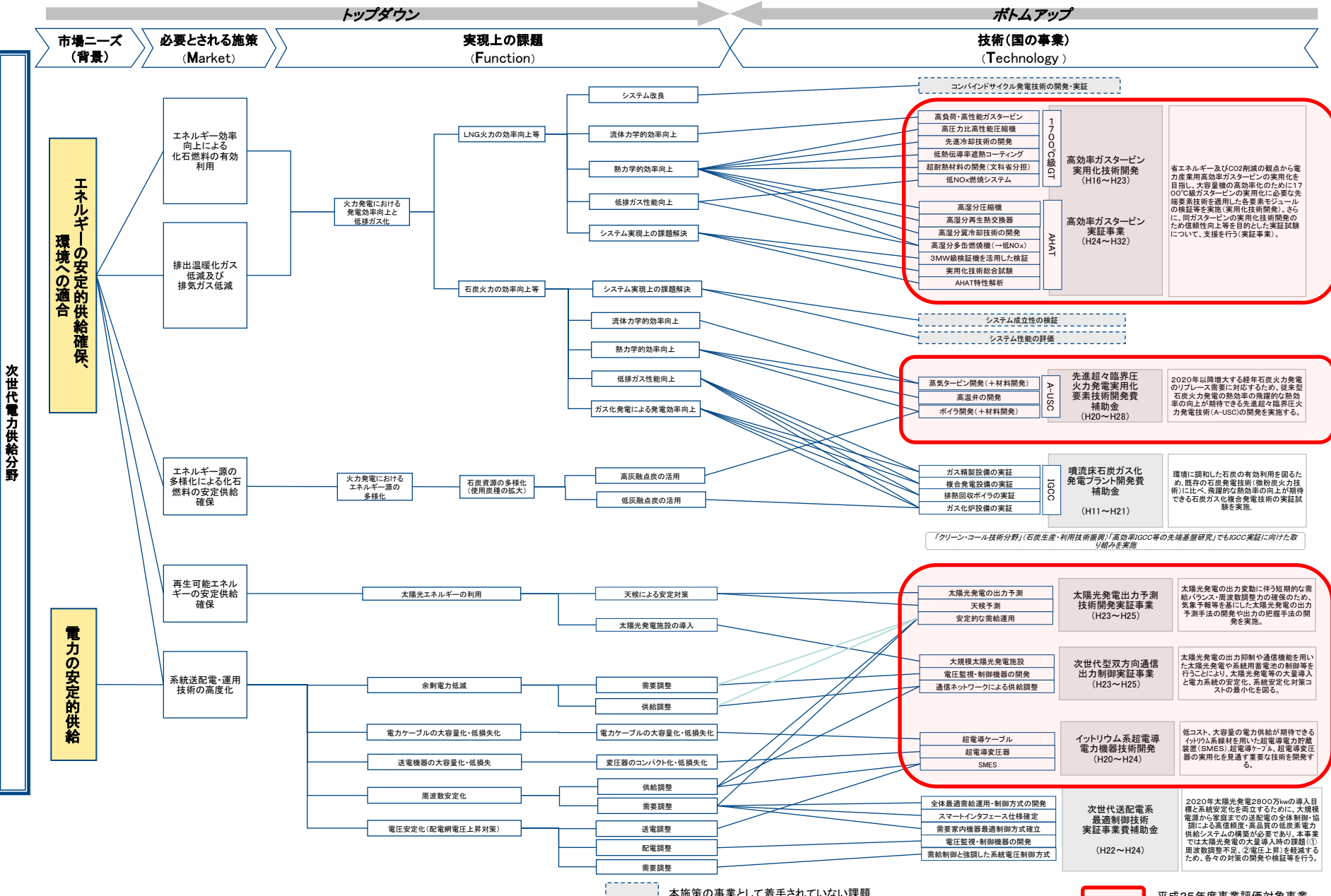
4. 原子力事故からの再生

- ・高効率ガスタービン技術実証事業費補助金
- ・先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発費補助金
- ・リットリウム系超電導電力機器技術開発事業(※平成24年度事業)
- ・次世代型双方向通信出力制御実証事業
- ・太陽光発電出力予測技術開発実証事業
- ・石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金
- ・固体酸化物形燃料電池等実用化推進技術開発事業

- ・発電用原子炉等安全対策高度化事業
- ・高速炉等技術開発委託費

(・小水力発電導入促進モデル事業費補助金)

注:括弧内は、事業促進予算。



2. 施策の構造(3/4)

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

○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。

◆研究開発期間: 2008～2011年度(4ヵ年計画)

◆予算総額: 約22億円(補助率2/3相当)

A2. 高湿分空気利用ガスタービン実用化技術開発

○中小容量機(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。

◆研究開発期間: 2008～2011年度(4ヵ年計画)

◆予算総額(予定): 約48億円(補助率2/3相当)

B. 高効率ガスタービン技術実証事業

B1. 1700℃級ガスタービン技術実証事業

○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、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と実証機の開発・製作・実証運転を行う。

◆研究開発期間: 2012～2020年度(9ヵ年計画)

◆予算総額(予定): 約141億円(補助率2/3相当)

B2. 高湿分空気利用ガスタービン技術実証事業

○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、多缶燃焼機器等の開発を行うとともにシステムの信頼性等の実施等を行う。

◆研究開発期間: 2012～2020年度(9ヵ年計画)

◆予算総額(予定): 約383億円(補助率2/3相当)

2. 施策の構造(4/4)

C. 先進超々臨界圧火力発電(A-USC)実用化要素技術開発

○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技術(A-USC)の開発を行う。A-USCは、蒸気温度700℃級で46%、750℃級で48%の高い送電端熱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イス及び熱効率向上(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。

◆研究開発期間:2008～2016年度(9ヵ年計画)

◆予算総額(予定):約90億円(補助率2/3相当)

D. 次世代型双方向通信出力制御実証事業

○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実験を実施する。

◆研究開発期間:2011～2013年度(3ヵ年計画)

◆予算総額:約14億円(補助率1/2相当)

E. 太陽光発電出力予測技術開発実証事業

○太陽光発電大量導入時に必要となる、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。

◆研究開発期間:2011～2013年度(3ヵ年計画)

◆予算総額:約2億円(補助率1/2相当)

F. イットリウム系超電導電力機器技術開発事業 (※事業評価はNEDO実施のため、施策に係る評価のみ。)

○経済社会を支える重要なエネルギーである電力の一層の安定的かつ効率的な供給システムを実現するため、高機能部材である超電導線材を利用し、送電損失を大幅に削減することが可能な高温超電導ケーブル等の超電導電力機器を開発する。

◆研究開発期間:2008～2012年度(5ヵ年計画)

◆予算総額:約141億円(委託)

3. 施策に関する評価結果(平成25年度)(1/3)

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

1. 肯定的意見

○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、火力発電の高効率化及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。

○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。

2. 指摘事項

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

(2) 施策の政策的位置付けの妥当性

1. 肯定的意見

○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。

○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我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。更に、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える。

2. 指摘事項

○ライフサイクルコストを踏まえた検討も加えれば、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仕組みが必要でないか。

1. 施策の目的・政策的位置付けの妥当性
(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。

1. 肯定的意見

○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える。

○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。

2. 指摘事項

○一部に国が関与するには、まだ時期尚早の技術もある。

2. 施策の構造及び目的実現見通しの妥当性
(1)現時点において得られた成果は妥当か。

1. 肯定的意見

○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。

○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。

2. 指摘事項

○震災以降、電力供給システムを巡る環境は大きく変化し、リスクの捉え方も異なっている。本件に置き換えれば、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。

○一部の技術において、情報不足のため、成果の妥当性が判断できないものがある。

3. 施策に関する評価結果(平成25年度)(3/3)

2. 施策の構造及び目的実現見通しの妥当性

(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。

1. 肯定的意見

○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、大容量機と中小容量機の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(Integrated coal Gasification Combined Cycle:石炭ガス化複合発電)を含めて、また、いずれ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える。

2. 指摘事項

○送配電技術開発については、さらなる事業の追加等による施策の拡充が期待される。

○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。

3. 総合評価

1. 肯定的意見

○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。

2. 指摘事項

○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すべきである。

○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える。

今後の研究開発の方向等に関する提言	提言に対する対応方針
○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)を推進すべき。 ○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・開発を行って行く必要がある。特に火力発電技術は、1700℃級ガスタービンの開発やAHAT(Advanced Humid Air Turbine: 高湿分空気利用ガスタービン)が、例えば石炭ガス化技術IGCCの事業化を押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、エネルギー対策を押し進めるべきであり、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される。 ○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むべき。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、我が国の企業群が、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ース需要だけでなく、市場規模が極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すべき。 ○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。評価することができれば、そこに進歩する方法が見つかる。基礎的な開発はこの評価が大きなコストになるが必要になる。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なく、異分野との交流が思わぬ発展のもととなる。	○火力発電の高効率化及び電力の安定供給のための技術開発については、エネルギーセキュリティ及び地球温暖化対策の観点からこれらを解決するための重要な取組と認識している。 ○火力発電技術開発及び送配電技術開発については、エネルギーを取り巻く環境に配慮し、また、様々な個別技術の統合、連携を考慮しつつ、時宜にかなった研究開発を今後とも継続的に実施していく。 ○火力発電技術開発及び送配電技術開発については、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を視野に入れた技術開発を推進していく。 ○事業成果の評価に当たっては、最新の評価技術についても考慮に入れ、実施していく。また、火力発電技術開発及び送配電技術開発に当たっては、様々な分野からの参加も考慮に入れ、実施していく。

2. A1. 1700°C級ガスタービン実用化技術開発事業に関する評価の概要

1. プロジェクトの概要

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。

実施期間

平成20年度～平成23年度（4年間）

予算総額

22億円（補助率：3分の2）

H20	H21	H22	H22	年度
3.2	5.6	6.2	6.9	億円

実 施 者

三菱重工業株式会社

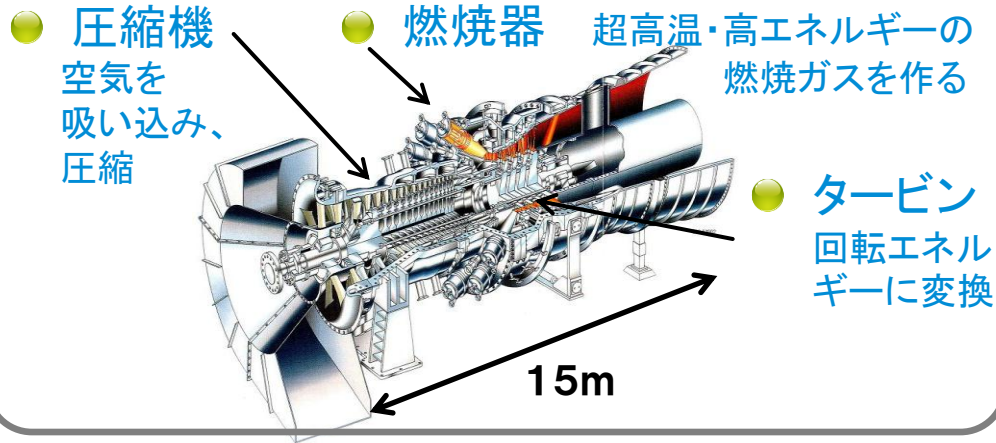
プロジェクト リーダー

伊藤 栄作 三菱重工業株式会社（主席研究員）

ガスタービンの特徴

高度な技術が必要で、国際競争が激化

● 作動原理と特徴 コンパクト&大出力



● 高度な技術が必要

- 超高温: 1700℃ (超合金融点は1350℃)
耐熱性・遮熱性・冷却・燃焼・高負荷対応・
構造・計測・検査・製造技術
- 超高速: 回転速500m/s以上⇒遠心力1万G
高強度材料・構造強度・シール技術
- 長時間運用: 1年以上の連続運用も可能
耐久性・モニタリング・補修技術

● 超高効率ガスタービンの特長

- 火力発電の中で最も高効率
熱効率 >60% Cf 石炭火力 約 45%
- 低エミッション
CO₂ < 0.31kg/kwWh Cf 石炭火力の1/2.5
- フレキシブルな運用が可能
自然エネルギーの発電量の変動を補完
- 多様な燃料を使用可能
- 技術展開のバリエーションが豊富
IGCCなど、

● 技術の波及効果が大い

- 市場規模が大きい 2-3兆円
- 産業の裾野が広く、雇用に貢献
- 技術開発が、市場シェアに直結する。

● 過酷な国際競争

- 各国のフラッグシップ技術
タービン分野の最先端は、ガスタービンと航空用タービン
- 各国の経済/エネルギー政策の重要技術

施策の目的実現の見通し

高効率ガスタービンの実用化
技術開発
(1700℃級ガスタービン)

プロジェクトの
アウトプット

カスタマー

直接アウトカム

中長期のアウトカム

プロジェクトの概要
1700℃級ガスタービン
実現の為に必要となる
実用化技術の開発。

より実機に近い
条件下での
各技術の実現
性の評価

民間企業
(電力会社及び
重工メーカー)

燃焼器、タービン、
圧縮機をモ
ジュールレ
ベルで検証

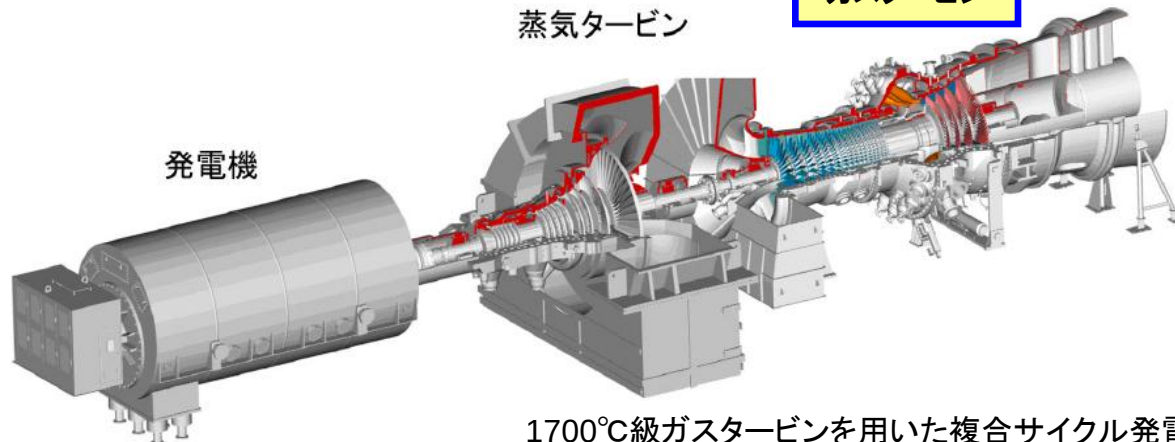
1700℃級
ガスタービン
の実現

効果が確認された要素技術を活用して、
1600℃級ガスタービンを開発

1700℃級
ガスタービン

蒸気タービン

発電機

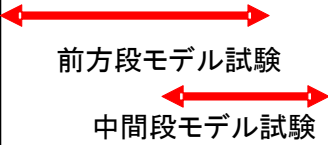
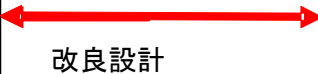
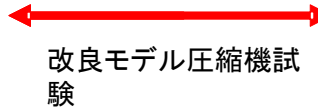
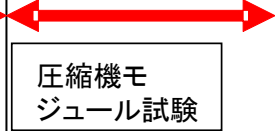
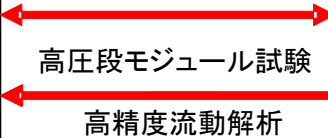
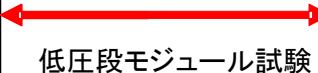
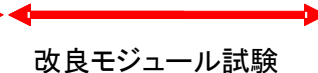
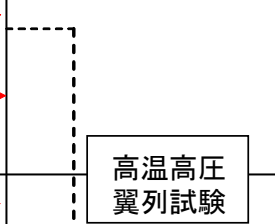
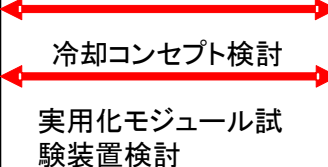
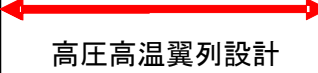
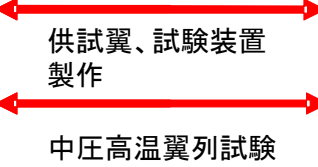
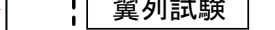
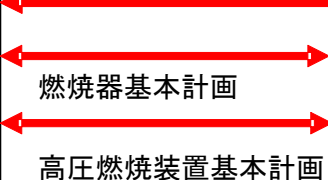
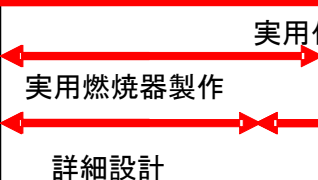
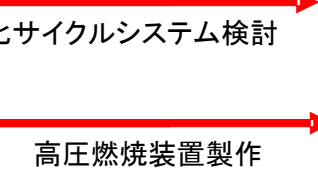
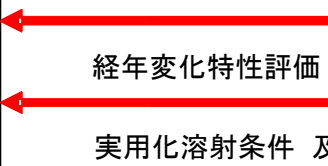
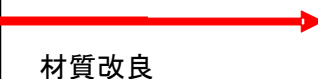
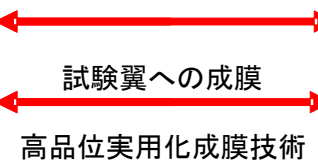


1700℃級ガスタービンを用いた複合サイクル発電設備のイメージ

2. 成果、目標の達成度

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

研究開発 実施工程の実績

	H20年	H21年	H22年	H23年
⑤ 高圧力比高性能圧縮機				
④ 高負荷高性能タービン				
② 高性能冷却システム				
① 排ガス再循環システム／低NOx燃焼器の開発				
③ 低熱伝導率遮熱コーティング				
予算額(百万円)※	324	559	615	689

3. 中間評価の結果

【各委員の提言】(平成23年3月 産業構造審議会評価小委員会)

本プロジェクトは1700℃級ガスタービンの実証機設計のための要素開発であり、今後計画されている圧縮機モジュール試験、高温高圧翼列試験、高圧燃焼試験はできる限り時間をかけて実施し、信頼性を確認していただきたい。

⇒ 圧縮機モジュール試験は、各年度でそれぞれ実施してデータを蓄積し、信頼性を確認してまいりました。

一方、高温高圧翼列試験および高圧燃焼試験においては、高圧燃焼試験装置の製作に期間を要することから、最終年度(H23年度)に実施しましたが、その途中段階での試験と最終年度の高温・高圧試験の両データにより、信頼性の高さを確認してまいりました。

4. 事業に関する評価結果(平成25年度)

1. 肯定的意見

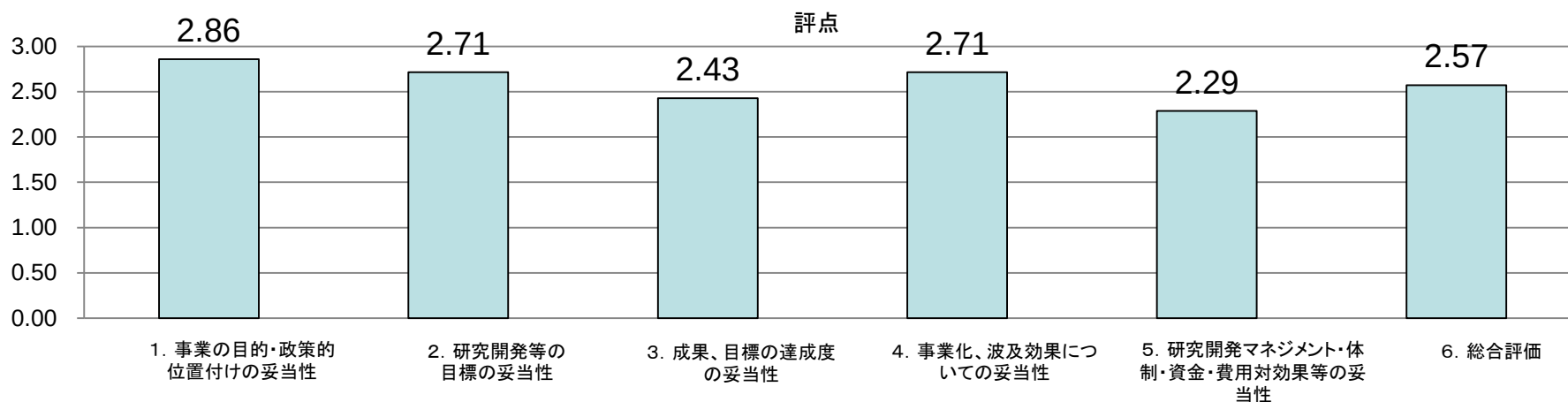
○多くの技術的課題を克服して1700℃級ガスタービン実用化に向けた多くの成果を得るとともに、数多くの技術的知見を得て、当該分野の発展に大きく寄与したことは高く評価できる。

○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。

2. 指摘事項

○成果、目標の達成度について全て「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すべきである。

○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するとともに、現在ある1300℃級及び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にする必要があると考える。



2. A2. 高湿分空気利用ガスタービン 実用化技術開発事業に関する 評価の概要

1. プロジェクトの概要

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。

※AHAT:Advanced Humid Air Turbine

実施期間

平成20年度～平成23年度(4年間)

予算総額

4 8 億円 (補助 (補助率 : 2 / 3))

年度	H20	H21	H22	H23
億円	2.2	10.9	24.7	10.3

実 施 者

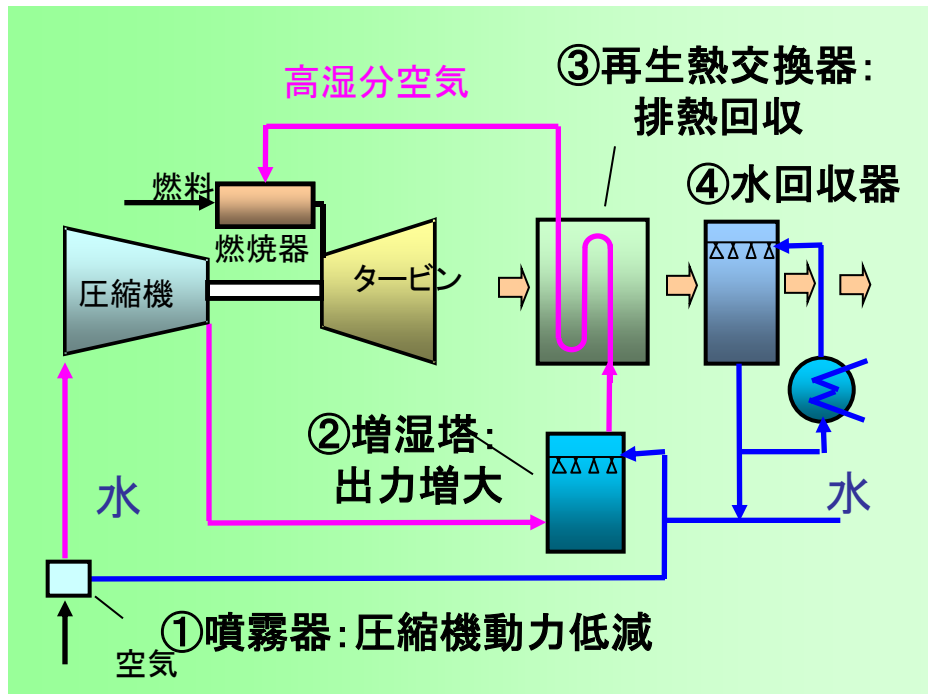
(株)日立製作所、(一財)電力中央研究所、住友精密工業(株)

プロジェクト リーダー

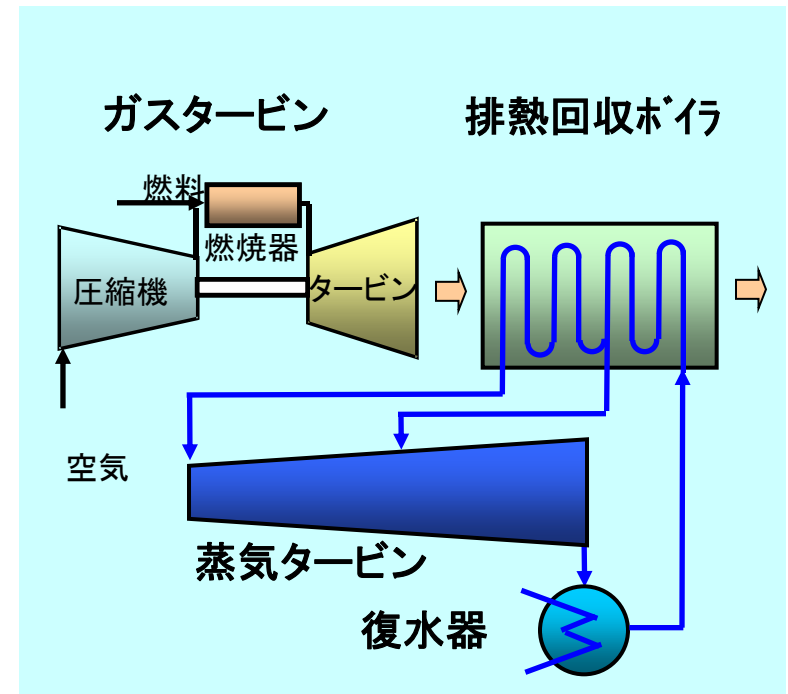
(株)日立製作所 日立研究所 ターボ機械研究部 部長 圓島信也

AHATとは(1/3)

日本オリジナルの技術であり、高湿分空気を利用したガスタービン単独の発電システムである。コンバインドサイクルの蒸気タービン蒸気量に匹敵する湿分を増湿塔に加え、ガスタービン排熱を高湿分再生熱交換器で回収し、ガスタービンで利用する。



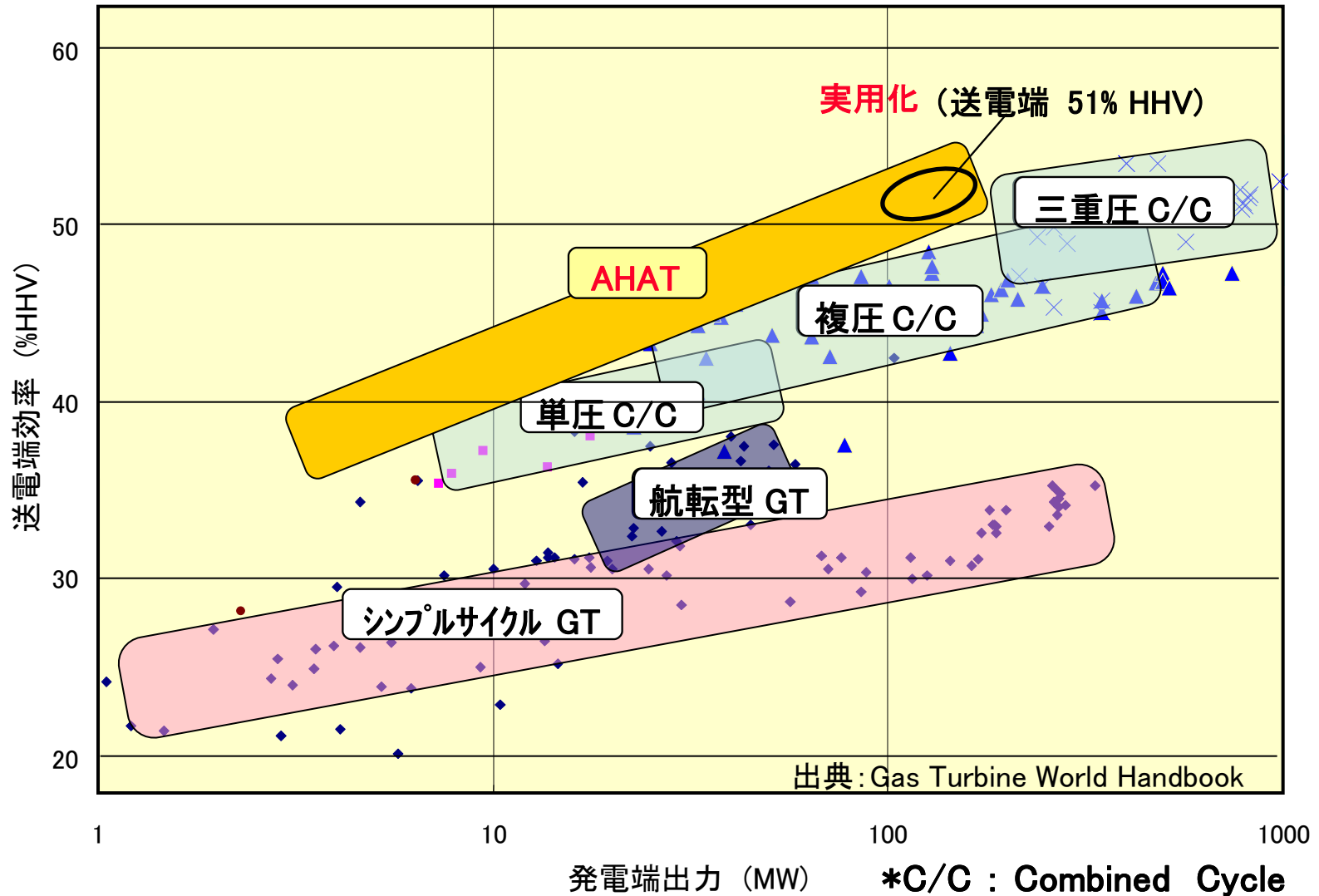
AHAT



コンバインドサイクル

AHATとは(2/3)

中小容量機(10万kW程度)で、コンバインドサイクルの効率を凌ぐ新型ガスタービン発電システムである。



AHATとは(3/3)

AHATは、運用性、環境性、経済性に優れた発電システムである。

◎:特に優位 ○:優位 -:同等

項目		AHAT		コンバインドサイクル
運用性	起動時間	◎	ST系なく、起動時間短い	ST、HRSG暖機要
	負荷即応性	◎	GT単独運転並み	ベース
	最低負荷	◎	高湿分燃焼により低負荷で運転可能	低NO _x 安定燃焼の制限
	大気温度特性	○	吸気噴霧冷却:高気温時の出力低下小	GTおよびST出力低下
	制御	○	GT 制御が主でシンプル	GT、ST 制御あり
環境性	NO _x 対策	○	GT:高湿分空気燃焼、GT排気:必要に応じ脱硝装置	GT:低NO _x 燃焼器、又は、水噴射、又は蒸気噴射、GT排気:脱硝装置
	立地制約	◎	水回収水温60℃程度:冷却塔冷却 内陸部にも設置可能	ST出口温30℃程度:復水器冷却 沿岸(海水への温排水)
経済性	機器構成、工期	◎	ST系なく、構成シンプルで工期も短い	ベース
	配管	-	GT 圧縮機吐出圧力低く、薄肉 ただし、再生サイクル配管径大	HRSG 高圧系圧力高く、肉厚 ただし、主蒸気配管径小
	水質管理	-	水処理装置(イオン交換樹脂等)設置	薬注による pH 調整
	ユーティリティ消費	-	純水(圧縮機吸気噴霧冷却用)、アンモニア(脱消用)、冷却水(冷却塔補給用)	純水(HRSGフロー補給用)、 アンモニア(脱消用)、冷却水(補給用)
	メンテナンス費用	○	構成機器少ない(排熱回収系、水回収系)	排熱回収系、ST系、復水器系

GT: Gas Turbine(ガスタービン)、ST: Steam Turbine(蒸気タービン)、HRSG: Heat Recovery Steam Generator(排熱回収ボイラ)

AHATの研究課題

本事業におけるAHATの研究課題は以下の3点である。

- 1) ①～⑤: 高湿分空気に関係した実用化技術
- 2) ⑥: 実用化技術(①～④)を組合せた総合試験装置による機器の相互作用確認
- 3) ⑦: ユーザー視点に立ったシステム評価

③-2高湿分燃焼器

- ・圧縮機から全量抽気し燃焼器へ導入
- ・多缶燃焼器に対する低圧損構造

③-1高湿分燃焼器

- ・構造変更(単缶→多缶)
- ・更なる低NO_x化

②高湿分再生熱交換器

- ・高温・高圧・高湿分対応の高効率熱交換器
- ・伝熱コアの大型化
- ・構造最適化(圧損低減/偏流防止)

⑤3MW級検証機

- ・様々な運転条件による性能検証
- ・水回収技術
- ・信頼性・耐久性評価

①-2高湿分軸流圧縮機

- ・方式: 遠心型→軸流型
- ・中間冷却効果 & 圧縮特性

①-1高湿分軸流圧縮機

- ・噴霧液滴の微粒化
- ・噴霧量の増大

④高湿分冷却翼

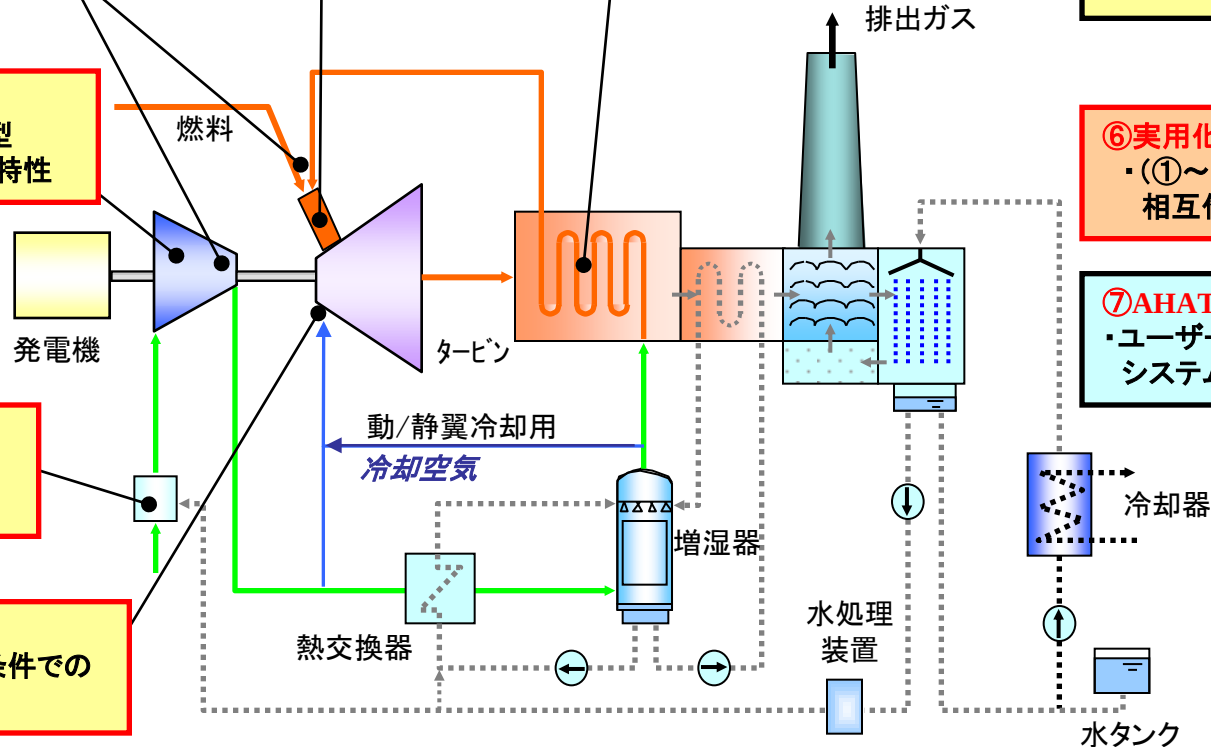
- ・高温高湿分主流ガス条件での高性能冷却構造

⑥実用化技術総合試験

- ・(①～④)を組合せた相互作用確認

⑦AHAT特性解析

- ・ユーザー視点に立ったシステム評価



2. 成果、目標の達成度

天然ガスを燃料とした10万kW級中容量高湿分空気利用ガスタービンシステムにおいて、送電端効率51%、NO_x排出濃度10ppm以下(16%O₂)を達成可能な見通しが得られた。

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	・NO _x :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、NO _x 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

プロジェクト遂行スケジュール

各項目とも当初の目的を完遂した。

→ 計画
→ 実績

	項目（主担当）	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度
技術開発要素	①高湿分圧縮機 （日立）	評価モデル高度化、微粒化技術			総合試験評価
	②高湿分再生熱交換器 （住友精密）	材料試験・小型試験、コアの大型化			総合試験評価
	③高湿分多缶燃焼器 （日立）	バーナー要素試験・単缶燃焼試験			総合試験評価
	④高湿分翼冷却 （日立）	ハイブリッド冷却翼、高性能冷却試験			総合試験評価
試験	⑤ 3 MW級検証機 （日立、住友精密、電中研）	試験		中間評価	
	⑥実用化技術総合試験 （日立、住友精密、電中研）	設計	製作		総合試験
解析	⑦ A T A H特性解析 （電中研）	3 MW級検証機評価		他システム評価	総合試験評価
予算 （補助金ベース、百万円）		216	1085	2465	1032

3. 中間評価の結果

No.	事業評価報告書(平成23年3月、産構審評価小委員会(第34回))における提言、指摘事項	対応方針、対応状況
1	高湿分空気利用ガスタービン実用化技術は商用機規模での実証試験の前フェーズであり、説得力を持って実証試験につなげるためにも今後計画されている1/3スケールの実用化技術総合試験で長期信頼性、効率、経済性などをしっかり確認していただきたい。	●実用化技術開発の期間中は、平成24年1月～3月に40MW級総合試験装置の運転により性能確認した。 ●平成24年度からの技術実証事業でも、40MW級総合試験装置での試験を4年間の計画で実施中である。
2	また、研究開発体制について、大学のポテンシャルを有効活用し、産学官で事業に取り組むことにより国際性のある人材の育成にも貢献できるため、より一層の体制の構築に努めていただきたい。	●実用化技術開発の期間中の平成24年3月までに、大学との共同研究の内容、体制を検討した。 ●平成24年度からの技術実証事業で、複数の大学との共同研究を開始した。

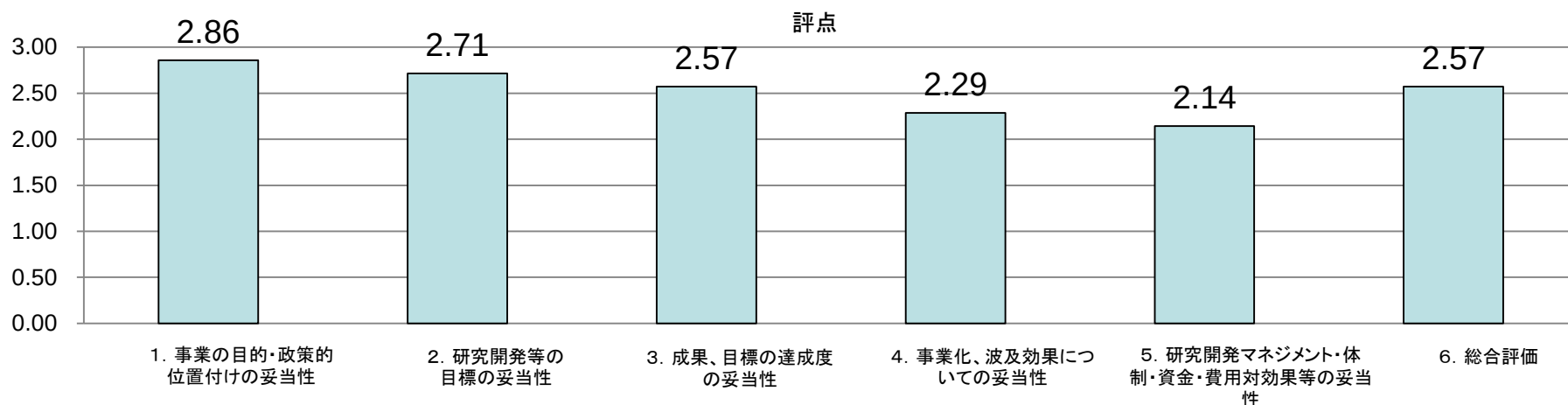
4. 事業に関する評価結果(平成25年度)

1. 肯定的意見

- 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、0.3万kW級実証試験及び4万kW級試験で着実に成果を挙げており、これまでの進捗状況は高く評価できる。短期間でこれほど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程度の中小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。
- 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。

2. 指摘事項

- 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報告すべき。
- 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。こういった条件・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すべき。



2. B1. 1700°C級ガスタービン技術実証 事業に関する評価の概要

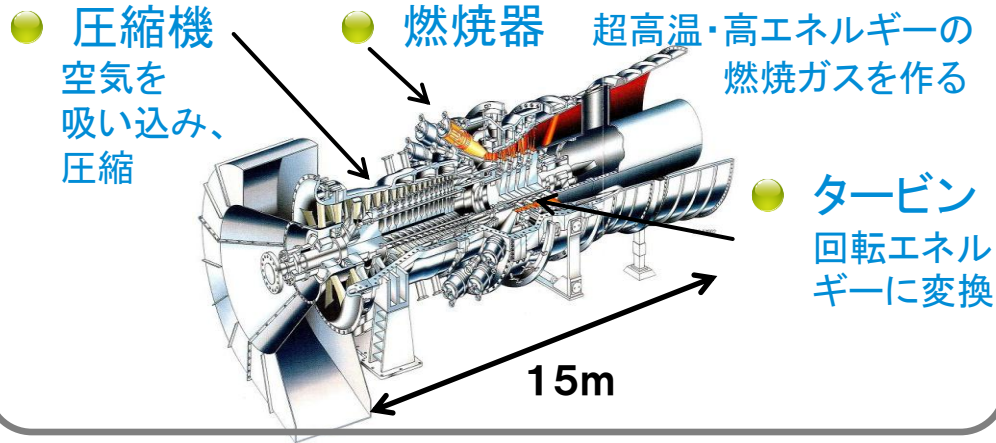
1. プロジェクトの概要

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。
実施期間	平成24年度～平成32年度（9年間） 4年間：要素技術開発（事前技術検証） 5年間：実証機の開発・製作・実証運転 （4年間終了後、事業の見直しを行うことになっている。）
予算総額	140.5億円（補助率3分の2）
実 施 者	三菱重工業株式会社
プロジェクト リーダー	伊藤 栄作 三菱重工業株式会社（主席研究員）

ガスタービンの特徴

高度な技術が必要で、国際競争が激化

● 作動原理と特徴 コンパクト&大出力



● 高度な技術が必要

- 超高温: 1700℃ (超合金融点は1350℃)
耐熱性・遮熱性・冷却・燃焼・高負荷対応・
構造・計測・検査・製造技術
- 超高速: 回転速500m/s以上⇒遠心力1万G
高強度材料・構造強度・シール技術
- 長時間運用: 1年以上の連続運用も可能
耐久性・モニタリング・補修技術

● 超高効率ガスタービンの特長

- 火力発電の中で最も高効率
熱効率 >60% Cf 石炭火力 約 45%
- 低エミッション
CO₂ < 0.31kg/kwWh Cf 石炭火力の1/2.5
- フレキシブルな運用が可能
自然エネルギーの発電量の変動を補完
- 多様な燃料を使用可能
- 技術展開のバリエーションが豊富
IGCCなど、

● 技術の波及効果が大い

- 市場規模が大きい 2-3兆円
- 産業の裾野が広く、雇用に貢献
- 技術開発が、市場シェアに直結する。

● 過酷な国際競争

- 各国のフラッグシップ技術
ガスタービンの最先端分野は、ガスタービン
と航空用タービン
- 各国の経済/エネルギー政策の重要技術

施策の目的実現の見通し

高効率ガスタービンの実用化
技術開発
(1700℃級ガスタービン)

プロジェクトの
アウトプット

カスタマー

直接アウトカム

中長期のアウトカム

プロジェクトの概要

1700℃級ガスタービン
実現の為に必要となる
実用化技術の開発。

より実機に近い
条件下での
各技術の実現
性の評価

民間企業
(電力会社及び
重工業メーカー)

燃焼器、タービン、
圧縮機をモジュールレベル
で検証

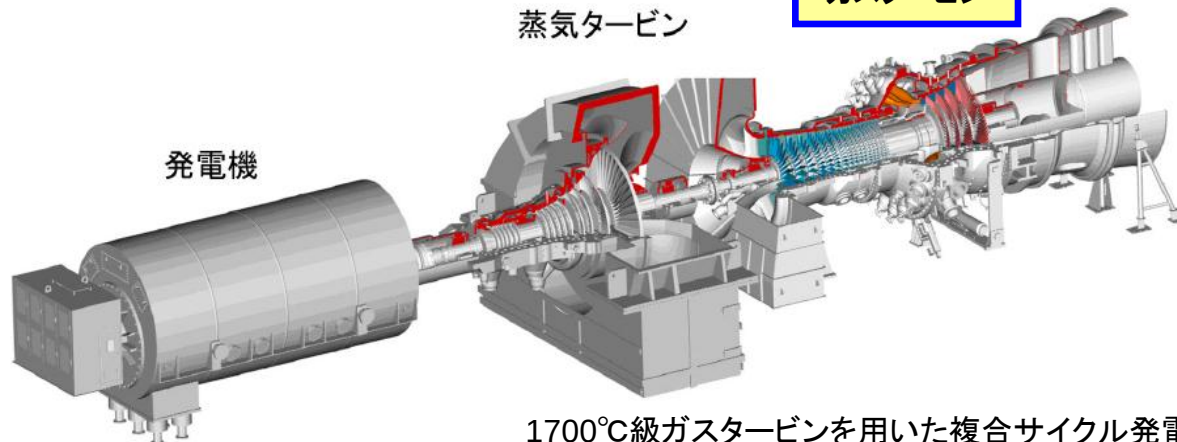
1700℃級
ガスタービンの実現

効果が確認された要素技術を活用して、
1600℃級ガスタービンを開発

1700℃級
ガスタービン

蒸気タービン

発電機



1700℃級ガスタービンを用いた複合サイクル発電設備のイメージ

施策の構造

実証事業 (H24~H32年度)

H24-H27 : 要素技術開発

H28-H32 : 実証機開発・実証試験

主要コンポーネントの要素技術

- ・ 遮熱コーティング
- ・ 冷却技術
- ・ 燃焼器
- ・ タービン
- ・ 圧縮機
- ・ 耐熱材料

設計に必要な先端要素技術

- ・ サイクル
- ・ 構造技術
- ・ シール
- ・ 高温強度評価技術
- ・ ダンパ振動制御技術

製造に必要な先端要素技術

- ・ 検査技術
- ・ 先進製造技術

試運転に必要な先端要素技術

- ・ 特殊計測技術
- ・ ダンパ振動制御技術

設計

製造

組立

試運転

H27年度終了時に、実証機開発の計画の再確認を行い、必要あれば見直しを行う予定。(総合科学技術会議)

2. 成果、目標の達成度(1/2)

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

2. 成果、目標の達成度(2/2)

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。 ・1600℃級実機で計測データを取得した。	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 ・1600℃級実機で計測データを取得した。	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の極小ファーマ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

3. 事前評価の結果(平成23年7月 産業構造審議会評価小委員会)(1/3)

《問題点・改善すべき点》

商用化には、目標の発電効率達成のための技術確立だけでなく、長期信頼性、経済性、メンテナンス性等も大きな要素となる。これらについても、数値目標を明確にして技術開発を進めることが望ましい。また、長期信頼性を検証するために、実証試験の運転時間は十分に取る計画にすることを提案する。

⇒ 長期信頼性の確保については、1600℃級ガスタービンの運用実績を評価し、事業の研究内容に反映しています。具体的には、遮熱コーティングや冷却、燃焼安定性などです。

また、実証試験の運転時間を十分にとることについては、現状の予定では最終年度である平成32年の後半での試験となることから、事業期間や費用も含め、4年目終了時の計画見直し時に反映することと致します。

3. 事前評価の結果(2/3)

《問題点・改善すべき点》

1700℃ガスタービン技術の目標とする送電端効率57%HHVは極めて高い目標であるが、排出NOx目標値($\text{NOx} < 50\text{ppm}$)は東京都、横浜市など地方自治体の独自規制値や協定に合致しない。東日本大震災の影響で東京都の規制は緩和されることになったが、長期的に見れば、本目標値では都市部での大容量機の設置には脱硝装置が必要あり、脱硝装置を含めた場合には、高い送電端効率と経済性を維持できるかどうかは疑問が残る。 $\text{NOx} < 10\text{ppm}$ で運用する手法についても検討しておく必要がある。

⇒ 通常、国内の複合発電設備では、脱硝装置が設置されています。従いまして、本事業の高い送電端効率は、脱硝装置の設置を前提とした目標となっています。 $\text{NOx} < 10\text{ppm}$ のような厳しい排出規制が課せられる発電所では、脱硝装置の設置を前提とおります。

脱硝装置がつけられない場合は、若干燃焼温度を下げての運用となる可能性もありますが、各コンポーネント効率は世界最高レベルの目標を設定しており、その場合でも世界最高レベルの発電効率を確保できると考えています。

3. 事前評価の結果(3/3)

《問題点・改善すべき点》

・特に大きな問題点が見受けられないが、送電端効率57%HHVという挑戦的な目標の達成には、各要素技術の改良・新規開発に加えて、製造、運転、検査、計測などあらゆる技術の包括的な改革が必要とされる。このため、長期にわたる開発・実証試験期間が不可欠であり、対象期間内での実現可能性を心配している。

⇒ ご指摘の通り、挑戦的な発電効率目標を達成するために、製造、安定運転のための燃焼・圧縮機技術、検査、計測など、あらゆる技術を包括した実施内容としています。

また、開発に遅れが出ないように、1600℃級ガスタービンの運用実績データを活用しながら、研究を進めていきます。

開発・実証試験期間につきましては、現状対象期間内での技術開発に向けて順調に研究を進めております。

しかしながら、挑戦的な目標のために、今後未知の課題が発生する可能性も否定できませんので、4年目終了時の計画見直し時に、反映したいと考えます。

4. 事業に関する評価結果(平成25年度)

1. 肯定的意見

○1600℃級ガスタービン(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(Thermal Barrier Coating: 遮蔽コーティング)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(Higher Heating Value: 高位発熱量))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、実証事業では更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。

○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、極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。

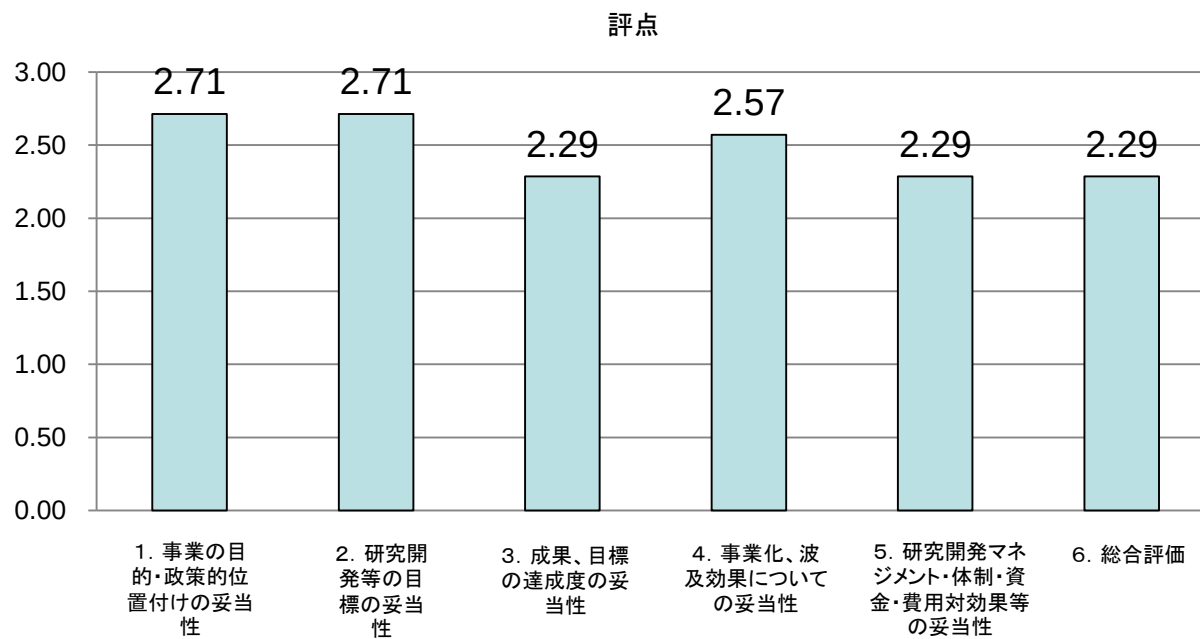
○高効率ガスタービンは、今後の火力発電効率化の鍵を握る主要技術であるとともに、環境負荷低減につながる技術でもある。実証事業の加速化も視野に入れて対応すべき。

2. 指摘事項

○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・開発速度の遅れが危惧される。実証機の開発と製造及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すべき。

○成果、目標の達成度について、全て「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すべき。

○保守コスト低減に向けた取組みも必要。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すべき。



5. 提言及び提言に対する対処方針

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。国際標準化戦略で差を付ける。そして、国際プロジェクト化して日本がリーダーとなることが重要。

提言に対する対処方針

- 1600℃級ガスタービンの運用実績を反映することによって、タービンなどの寿命を確保と効率向上の両立を図る。
- 13項目の要素技術開発を通じて、ガスタービン全体の総合的な性能向上を図る。
- 送電端効率57%HHVを狙う複合発電設備として世界初の実用化を図ると共に、知財の海外出願を多数実施することにより、国際標準化を図る。
- 実証後、国際市場での速やかな上市を図る。

2. B2. 高湿分空気利用ガスタービン技術実証事業に関する評価の概要について

1. プロジェクトの概要

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。

※AHAT: Advanced Humid Air Turbine

実施期間

平成24年度～平成32年度（9年間）

予算総額

383億円（補助（補助率：2/3））

年度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32
億円	7.2	10.7	8.9	5.5	36.4	82.1	28.5	101.7	101.7

実 施 者

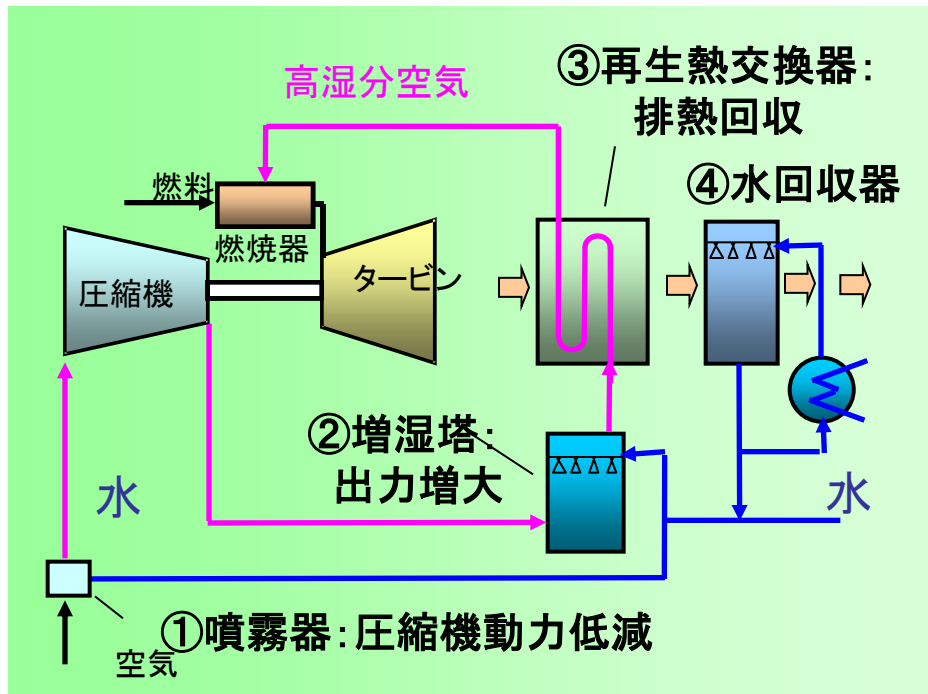
（株）日立製作所、（一財）電力中央研究所、住友精密工業（株）

プロジェクト リーダー

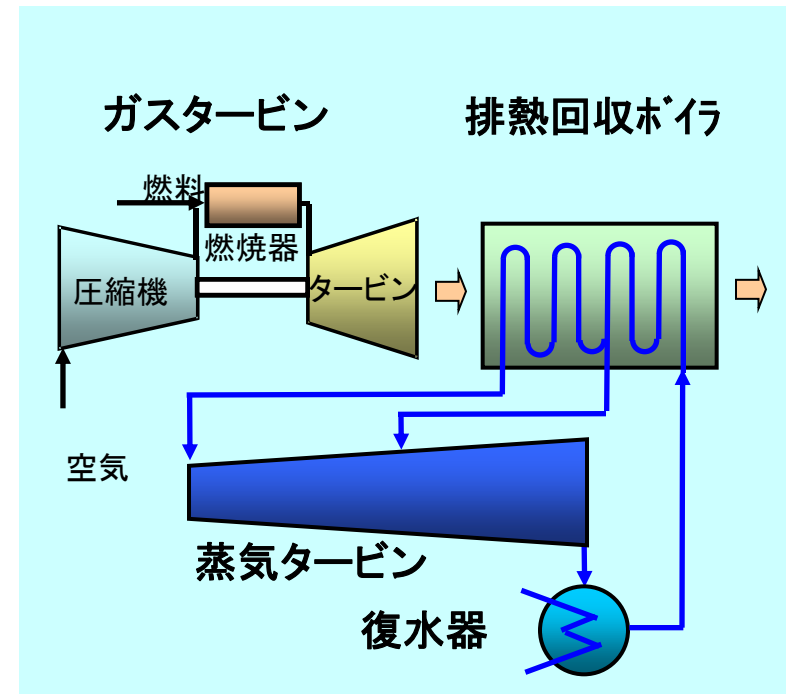
（株）日立製作所 日立研究所 ターボ機械研究部 部長 圓島信也

AHATとは(1/3)

日本オリジナルの技術であり、高湿分空気を利用したガスタービン単独の発電システムである。コンバインドサイクルの蒸気タービン蒸気量に匹敵する湿分を増湿塔に加え、ガスタービン排熱を高湿分再生熱交換器で回収し、ガスタービンで利用する。



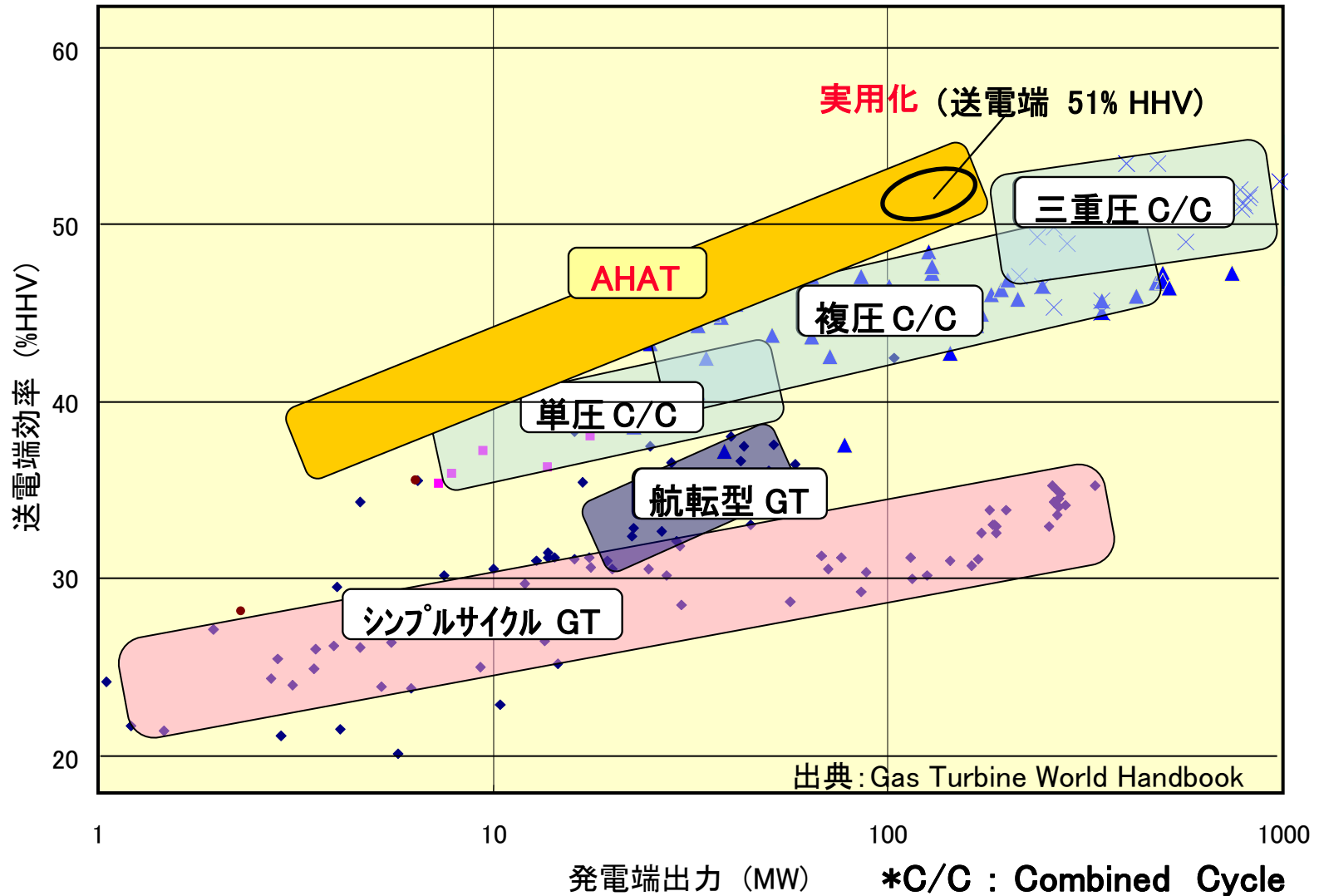
AHAT



コンバインドサイクル

AHATとは(2/3)

中小容量機(10万kW程度)で、コンバインドサイクルの効率を凌ぐ新型ガスタービン発電システムである。



AHATとは(3/3)

AHATは、運用性、環境性、経済性に優れた発電システムである。

◎:特に優位 ○:優位 -:同等

項目		AHAT		コンバインドサイクル
運用性	起動時間	◎	ST系なく、起動時間短い	ST、HRSG暖機要
	負荷即応性	◎	GT単独運転並み	ベース
	最低負荷	◎	高湿分燃焼により低負荷で運転可能	低NO _x 安定燃焼の制限
	大気温度特性	○	吸気噴霧冷却:高気温時の出力低下小	GTおよびST出力低下
	制御	○	GT 制御が主でシンプル	GT、ST 制御あり
環境性	NO _x 対策	○	GT:高湿分空気燃焼、GT排気:必要に応じ脱硝装置	GT:低NO _x 燃焼器、又は、水噴射、又は蒸気噴射、GT排気:脱硝装置
	立地制約	◎	水回収水温60℃程度:冷却塔冷却 内陸部にも設置可能	ST出口温30℃程度:復水器冷却 沿岸(海水への温排水)
経済性	機器構成、工期	◎	ST系なく、構成シンプルで工期も短い	ベース
	配管	-	GT 圧縮機吐出圧力低く、薄肉 ただし、再生サイクル配管径大	HRSG 高圧系圧力高く、肉厚 ただし、主蒸気配管径小
	水質管理	-	水処理装置(イオン交換樹脂等)設置	薬注による pH 調整
	ユーティリティ消費	-	純水(圧縮機吸気噴霧冷却用)、アンモニア(脱消用)、冷却水(冷却塔補給用)	純水(HRSGフロー補給用)、 アンモニア(脱消用)、冷却水(補給用)
	メンテナンス費用	○	構成機器少ない(排熱回収系、水回収系)	排熱回収系、ST系、復水器系

GT: Gas Turbine(ガスタービン)、ST: Steam Turbine(蒸気タービン)、HRSG: Heat Recovery Steam Generator(排熱回収ボイラ)

AHATの開発課題と本事業の目的

目的1: AHATの信頼性を確保するガスタービン技術の開発 (テーマ(1)~(4))

目的2: AHATシステムの長期信頼性等の実証 (テーマ(5)~(7))

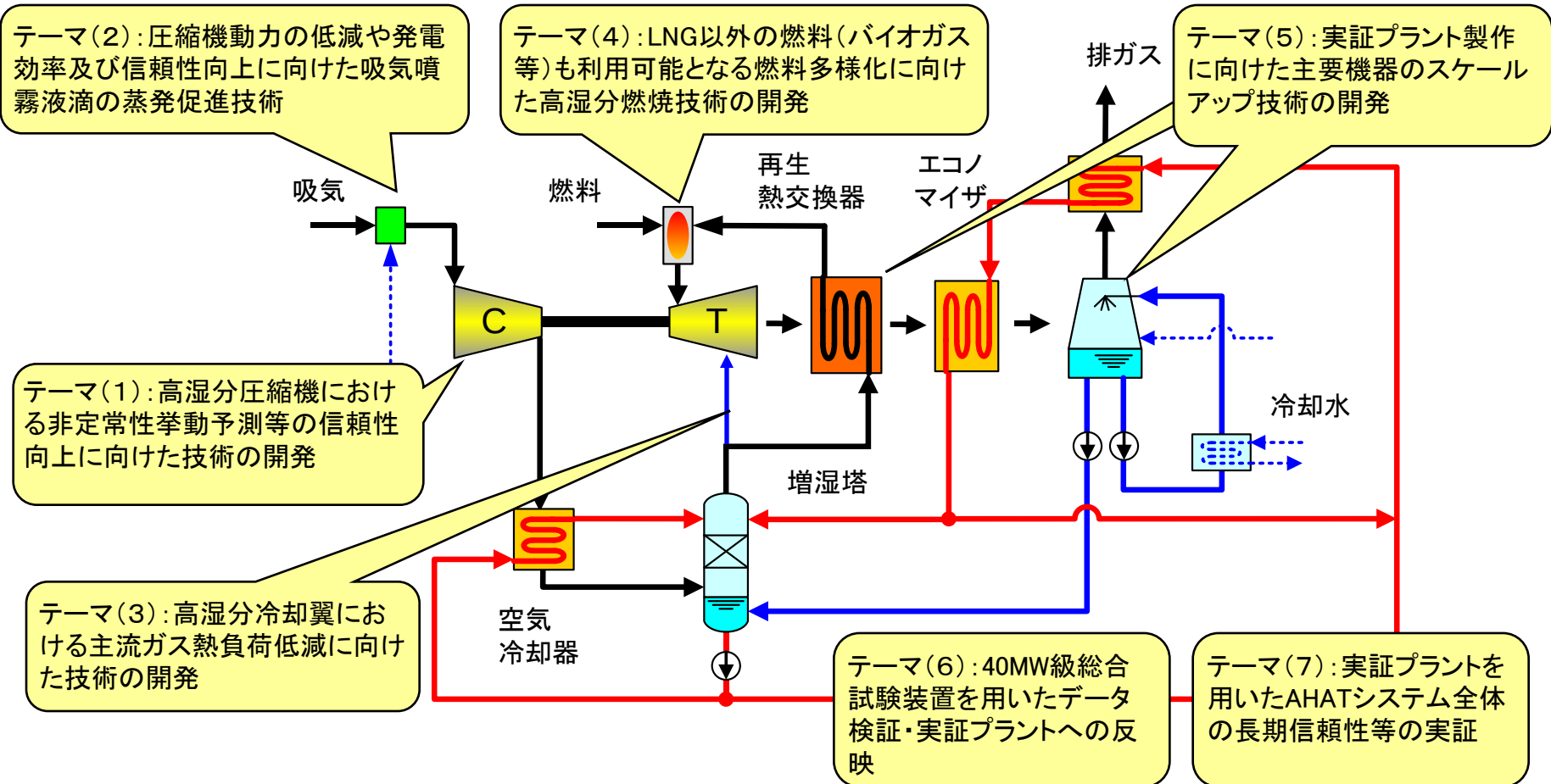
テーマ(2): 圧縮機動力の低減や発電効率及び信頼性向上に向けた吸気噴霧液滴の蒸発促進技術

テーマ(4): LNG以外の燃料(バイオガス等)も利用可能となる燃料多様化に向けた高湿分燃焼技術の開発

テーマ(5): 実証プラント製作に向けた主要機器のスケールアップ技術の開発

テーマ(1): 高湿分圧縮機における非定常性挙動予測等の信頼性向上に向けた技術の開発

テーマ(3): 高湿分冷却翼における主流ガス熱負荷低減に向けた技術の開発



2. 成果、目標の達成度

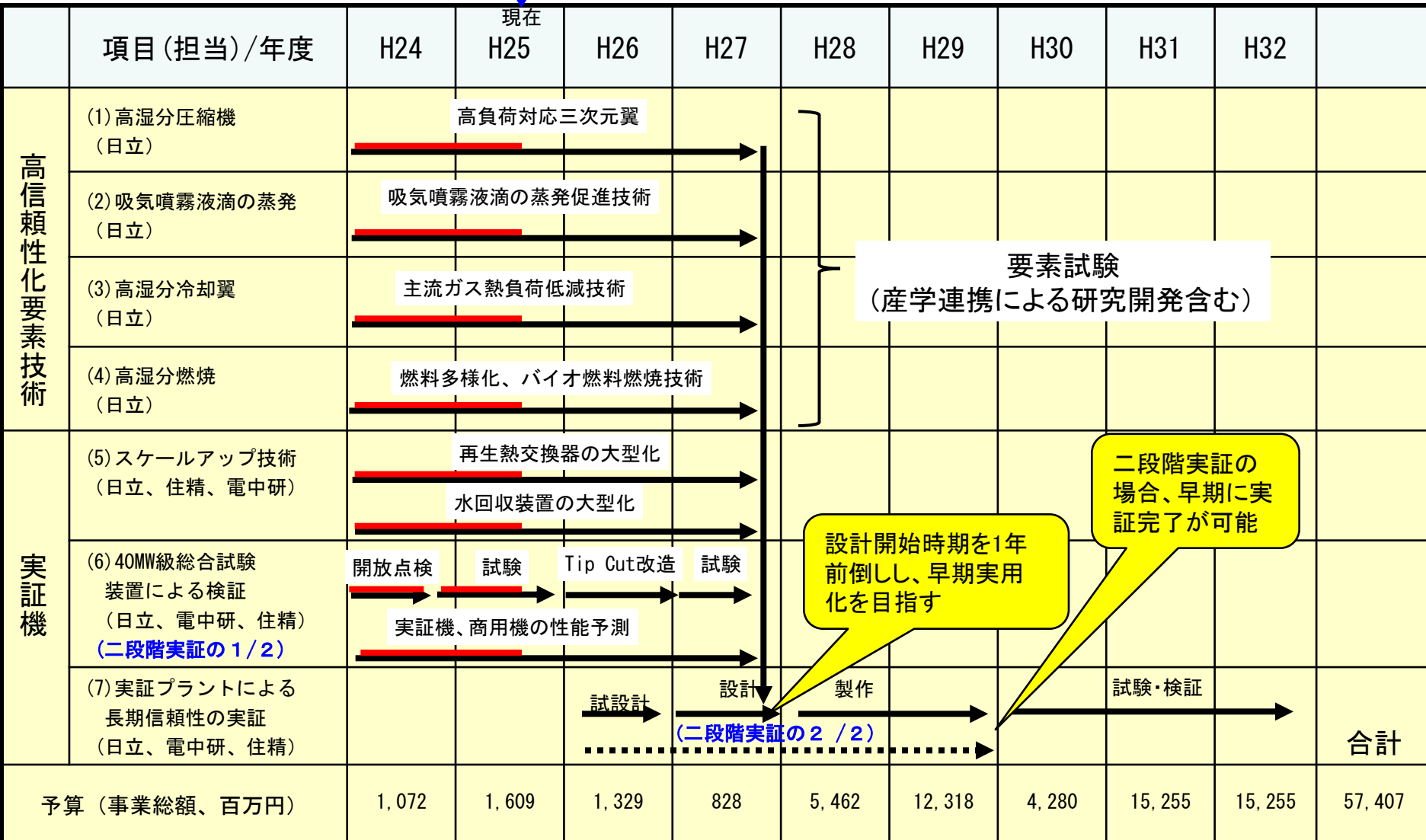
本事業での実施項目は達成しており(中間評価)予定どおり順調に進捗している。

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

プロジェクト遂行スケジュール

各項目とも予定通り進捗している。

→ 計画
— 実績



3. 事前評価の結果

No.	事前評価報告書(平成23年7月、評価小委員会)における提言、指摘事項	対応方針、対応状況
1	商用化には、目標の発電効率達成のための技術確立だけでなく、長期信頼性、経済性、メンテナンス性等も大きな要素となる。これらについても、数値目標を明確にして技術開発を進めることが望ましい。また、長期信頼性を検証するために、実証試験の運転時間は十分に取る計画にすることを提案する。	長期信頼性、経済性、メンテナンス性等については、コンバインドサイクルに比べて同等以上を目標としている。早期実用化と信頼性確保を両立するのに必要な運転時間を検討中である。
2	ユーザ視点の改良が重要であるが、中小容量機においてはユーザが大手電力会社とは限らないので、自家発電ユーザなどの多様な潜在市場のニーズを取り込む工夫が必要である。	電力だけでなく、自家発電ユーザにPRを進めている。潜在市場として、国内外の内陸部、水不足地域のニーズの掘り起こしを進めている。
3	震災後の発電容量の不足について対応する観点からは、既設ガスタービンの出力向上の緊急性が高いと考えられるが、これまでの事業で開発された技術について既設ガスタービンへの適用が可能であれば、その方策について検討することも重要である。	高湿分燃焼器の急速混合燃焼技術を適用し、出力増加したガスタービンを導入し、震災後の発電容量増に貢献している。
4	中小容量機においては燃料多様化の開発を進めていく観点からは、水素リッチガス燃焼・噴霧燃焼についての取り組みを強化する必要があると考えるが、これまでの開発の経緯を見るとそのような体制はとられておらず、今後の課題である。	開発テーマの一つに多種燃料対応の高湿分燃焼器を加え、水素リッチガスの高湿分燃焼特性を評価する計画である。
5	革新的な新技術であるが故に、実証試験までには依然として多くの課題が残され、まだ時間が必要と思われる。特に、要素試験規模で実施が検討されている各要素の高性能化やスケールアップ、燃料多様化などの基礎試験期間が、1/3スケールの総合試験装置を用いた運転特性の評価と併せてわずか2年間で計画されていることは、実現上問題ではないかと考えている。	高信頼性化要素技術開発はH24年度～H27年度の4年間で計画しており、うち試験実施期間は1～2年程度である。総合試験装置を用いた試験も並行して4年間で計画している。この4年間の要素技術開発の成果を反映して詳細設計した実証機の運転により、長期信頼性を検証する。
6	中小型ガスタービンのAHATは、我が国独自の技術であり世界で初めての実証であることから、水分の蒸発の不均一さや再凝縮によって発生する非定常流体力の効果などの、高湿分のために発生が予想される非定常現象問題に特に留意して実証を進める必要がある。	大学の専門的知見を有効活用し、共同研究で非定常現象問題に取り組んでいる。

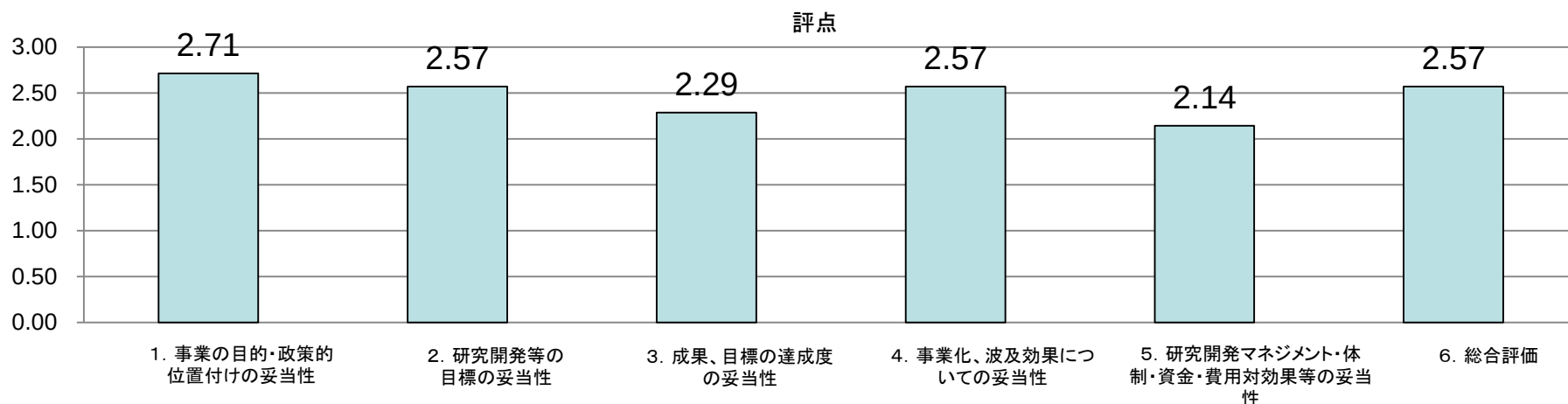
4. 事業に関する評価結果(平成25年度)

1. 肯定的意見

○現在までに0.3万kW級実証試験及び4万kW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級の中小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ます。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、それを平成27年度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おおむね妥当であると考えます。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ます。また、本事業は将来的に水素燃焼ガスタービンやIGHAT(Integrated coal Gasification Humid Air Turbine: 石炭ガス化湿分空気利用ガスタービン)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。

2. 指摘事項

- 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。
- 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。
- 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、標準化、規格化に取り組むことにより世界をリードしていく意味でプロジェクトの国際化をするべきで、その結果として国際標準化を目指すべきである。



2. C. 先進超々臨界圧火力発電実用化要素 技術開発事業に関する評価の概要

1. プロジェクトの概要

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技術(A-USC)の開発を行う。

A-USCは、蒸気温度700℃級で46%、750℃級で48%の高い送電端熱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イス及び熱効率向上(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。

実施期間

平成20年度～平成28年度（9年間）

予算総額

135億円

(内2/3補助)

年度(平成)	20	21	22	23	24	25	26	27	28
予算(億円)	3	11	11	16	17	23	24	16	14

実 施 者

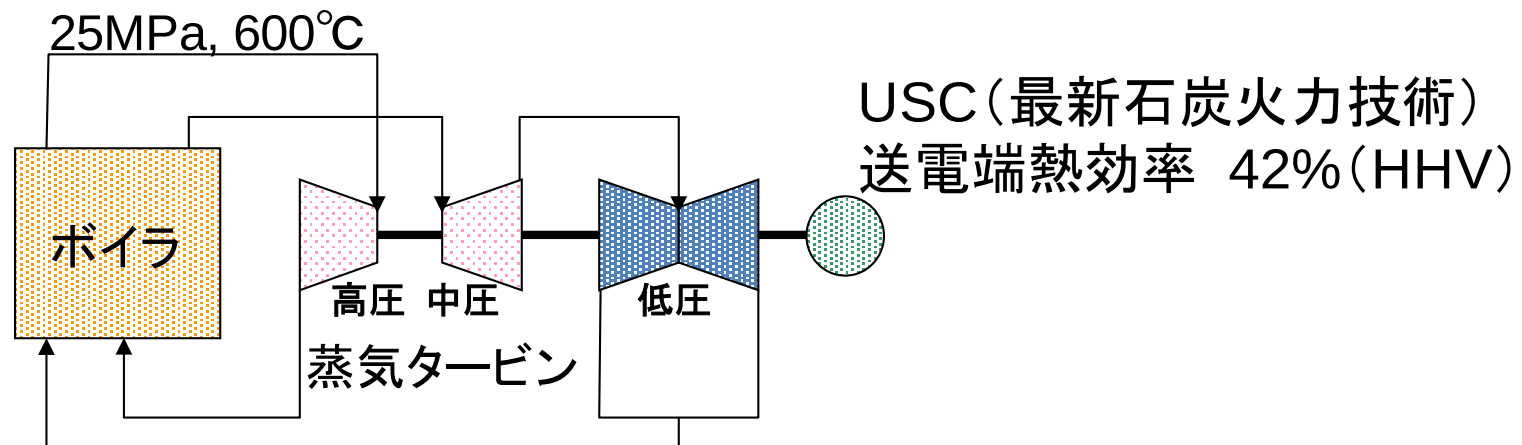
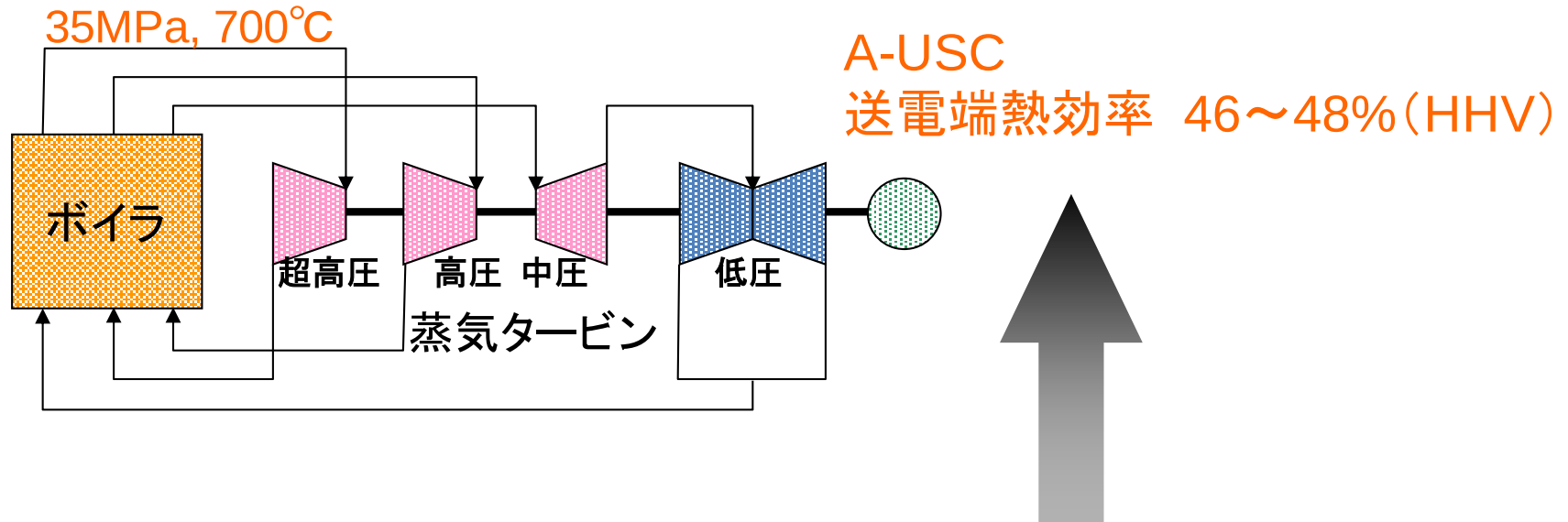
民間事業者

株式会社IHI, ABB日本ベーレー株式会社, 岡野バルブ製造株式会社
新日鐵住金株式会社, 東亜バルブエンジニアリング株式会社,
株式会社 東芝, バブコック日立株式会社, 株式会社日立製作所,
富士電機株式会社, 三菱重工業株式会社

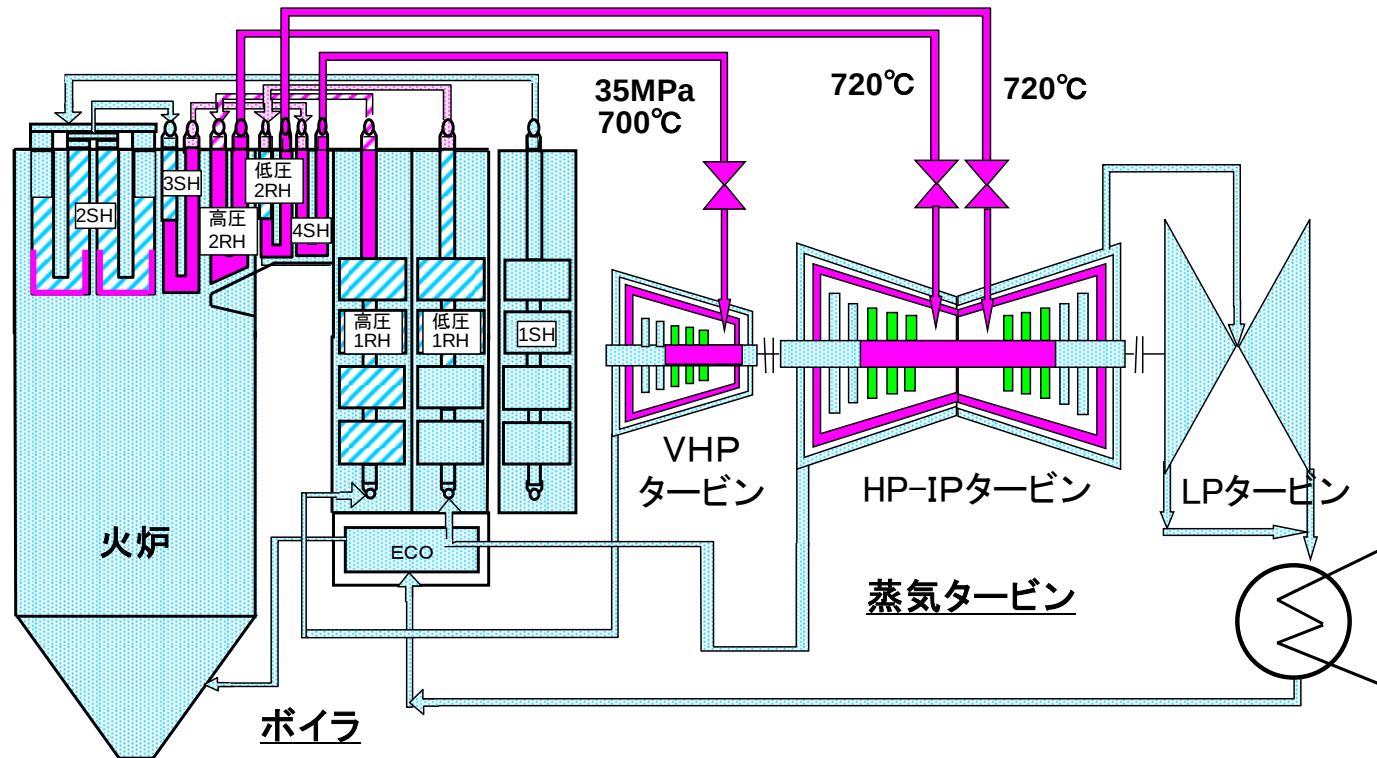
プロジェクト リーダー

高効率発電システム研究所 福田雅文(代表理事)

A-USCの目的



A-USCシステムと候補材料



従来材料

フェライト系

オーステナイト系



650°C超

650°C以下 → 先進9Crフェライト系鉄鋼材料

未実績材料*

フェライト系

オーステナイト系

Ni基



→ ニッケル基材料

開発材料

フェライト系

オーステナイト系

Ni基/ Fe-Ni基



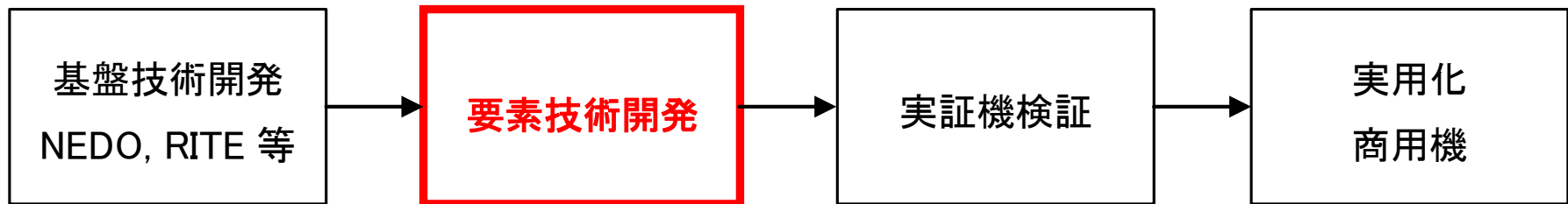
注*: 未実績材料(緑塗りつぶし部)

ガスタービン翼に使用されているが蒸気タービン翼では実績がないNi基材料。
A-USC蒸気タービンでは翼をロータに取り付ける部分(翼植え込み部と称され、最も応力が高い部位)の温度がガスタービンよりも100°C以上高い。

事業完了時点での全体目標

本研究開発は要素技術開発として位置づけられ、実証機検証に向けた要素技術の確立を目指す。

すなわち、蒸気温度を700℃へ高めるための要素技術開発を実施し、2020年以降において商用プラントでの高位発熱量基準送電端熱効率46%達成の技術的見通しを得ることを本研究開発完了時点での全体目標とする。



要素技術開発項目

- (1) システム設計、設計技術開発
- (2) ボイラ要素技術開発
- (3) タービン要素技術開発
- (4) 高温弁要素技術開発
- (5) 実缶試験・回転試験(高温弁を含む)

開発項目とマスタースケジュール

			2008 H20	2009 H21	2010 H22	2011 H23	2012 H24	2013 H25	2014 H26	2015 H27	2016 H28	2017以降
システム設計	システム設計、設計技術開発		基本設計、配置最適化、経済性試算									
要素開発	ボイラ	材料開発	大径管、伝熱管用新材料開発、材料改良									
			高温長期材料試験(3～7万時間)									
		材料製造性検証	溶接技術開発・試験、曲げ試験									
			タービン	材料開発	材料改良仕様策定等		実サイズ部材試作					
	ロータ、ケーシング等の大型溶接技術、試作											
	高温長期材料試験(3～7万時間)											
	高温弁	構造・要素・材料開発			試設計		試作					
	実缶試験・回転試験(高温弁含む)			設備計画		設備設計		設備製造、据付		試験、評価		実証機

本中間評価時点

2. 成果、目標の達成度

- ・システム設計を完了し高位発熱量基準送電端熱効率46%を達成可能であること、発電コストが従来のUSC並み以下であることを確認した。
- ・ボイラ、タービン高温弁の材料開発、製造性検証を完了した。
- ・3万時間程度の材料試験により期待した材料特性が得られる見通しを得た。
- ・実缶試験・回転試験設備の基本設計を完了した。

2. 1. システム設計、設計技術開発

- ・500MW、700MW、1000MWのシステム設計を実施し、高位発熱量基準送電端熱効率46%が得られることを確認した。
- ・500MWシステムの経済性を検討し、二酸化炭素を10%低減しているにもかかわらず、従来のUSC並み以下の発電コストであることを確認した。

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. 2. ボイラ要素技術開発

- ・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。

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

2. 3. タービン要素技術開発

- ・3種類のNi基中型ロータ材料(FENIX700、LTES700R、TOS1X)と3種類のNi基中型ケーシング材料(Alloy617、Alloy625、Alloy740)を試作し、その成果をもとに、大型ロータ、大型内部ケーシング、高温弁ケーシング、ノズルボックスを試作した。
- ・3万時間程度の長時間材料試験を実施した。この結果を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。

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

2. 4. 高温弁要素技術開発

- ・高温弁についてはNi基合金、Co基合金、耐摩耗コーティング材等の組合せで700℃の環境下で摺動摩耗試験を実施した。
- ・その結果、従来材料を600℃の環境下で摺動させた場合よりも摩耗量が少ない組合せを見出した。
- ・実機高温弁の設計を実施し、鋳造による大型弁ケーシングの製造を確認した。

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℃条件下で利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、鋳造による大型弁ケーシングの製造性を確認した。	達成

2. 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

3. 前回の中間評価の結果(平成23年3月 産業構造審議会評価小委員会)

72

今後の研究開発の方向等に関する提言

- この技術は、高強度材そのものの開発とともに、その高強度材の溶接構造が研究の中核となっていることから、その長期信頼性が最も重要である。今後広い観点から検証し、説得力のあるデータの蓄積に努めてもらいたい。
- また、各企業が異なる材料を分担して効率的に開発を進めているが、プロジェクトの進展に伴って標準化や絞り込みを行うことも視野に入れて開発を進めていただきたい。
- さらに、研究開発体制について、大学のポテンシャルを有効活用し、産学官で事業に取り組むことにより国際性のある人材の育成にも貢献できるため、より一層の体制の構築に努めていただきたい。

提言に対する対処方針

- 本事業の中核を担う材料や溶接技術等の技術に係る長期信頼性を確認するため、定期的な技術評価を行い、必要なデータを蓄積、検証していく。
- 共同開発企業による開発分担を明確にし、効率的な体制を構築するとともに、技術開発の絞り込みや開発スケジュールの最適化等事業の肥大化の抑制に努める。
- 世界初の技術が多いなど革新技术の開発に当たっては、幅広い知識や技術が必要なため、産学官連携による研究開発及び人材育成の体制作りに努めていく。

4. 事業に関する評価結果(平成25年度)

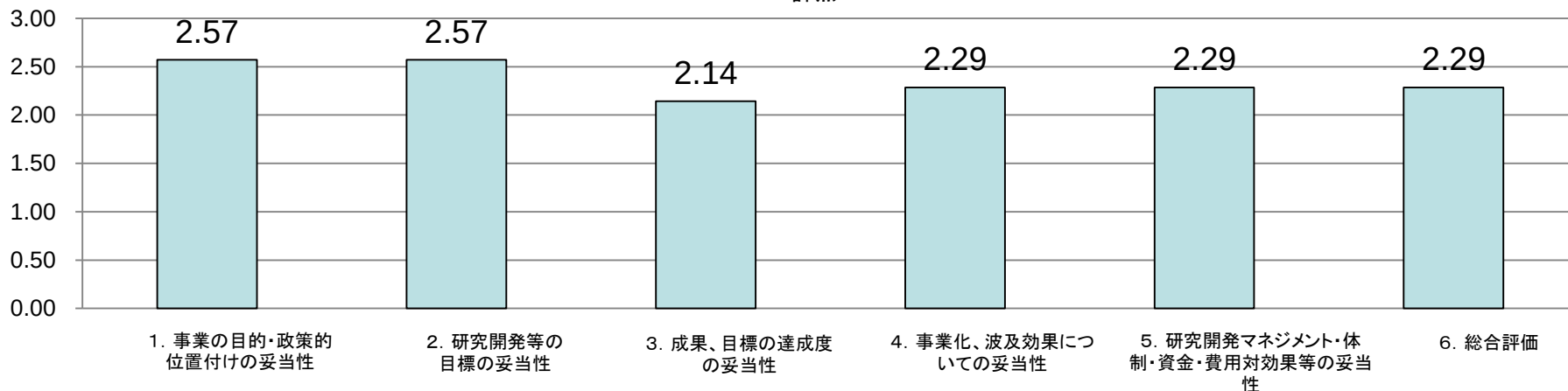
1. 肯定的意見

○A-USC(Advanced Ultra Super Critical:先進超々臨界圧)発電技術は、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。

2. 指摘事項

- 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、ニッケル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。
- 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うとともに、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。
- 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行うべきである。

評点



2. D. 次世代型双方向通信出力制御 実証事業に関する評価の概要 について

1. プロジェクトの概要(1/2)

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。											
実施期間	平成23年度～平成25年度（3年間）											
予算総額	13.7億円 (補助率1/2)	<table><tr><td>年度(平成)</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td></tr><tr><td>予算(億円)</td><td>8.0</td><td>4.6</td><td>1.1</td></tr></table>	年度(平成)	23	24	25	予算(億円)	8.0	4.6	1.1		
年度(平成)	23	24	25									
予算(億円)	8.0	4.6	1.1									
実 施 者	東京大学、東京工業大学、早稲田大学、KDDI、NRIセキュアテクノロジーズ、沖電気工業、オムロン、NTTドコモ、関電工、高岳製作所、東芝、日立製作所、三洋電機、シャープ、住友電気工業、日新電機、日本アイ・ビー・エム、日本電気、パナソニックシステムネットワークス、富士電機、三菱電機、富士通、電力中央研究所、北海道電力、東北電力、東京電力、中部電力、北陸電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、沖縄電力											
プロジェクト リーダー	横山 明彦 東京大学 教授											

1. プロジェクトの概要(2/2)

事業の内容

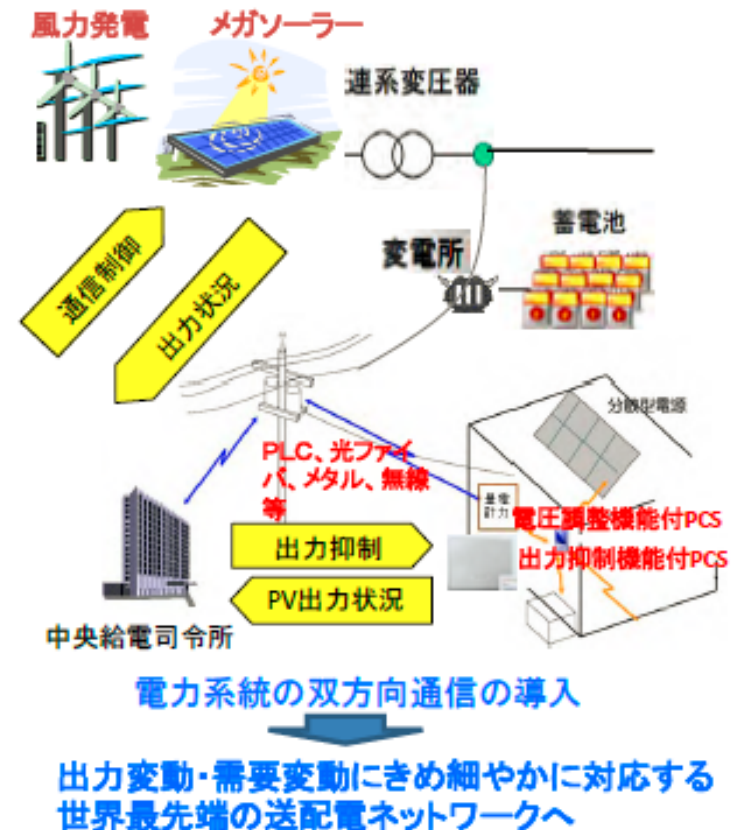
事業の目的

- 太陽光発電の大量導入に伴う電力系統安定化対策について、余剰電力対策コストの削減の観点からゴールデンウィーク等の特異日における出力抑制が検討されています。
- 現在のところ、再生可能エネルギー電源の通信制御は、世界的に見ても行われておらず、今後の我が国のスマートグリッドの国際展開においても非常に有効なツールになり得ると考えられています。
- 太陽光発電の設置者等の機会損失(出力抑制)を最小限に抑えるため、将来的にきめ細やかな出力抑制を行うことが可能な通信機能を用いた太陽光発電等の出力抑制について、電力系統の双方向通信の導入にあわせて実証を行います。

事業の概要

1. 通信手段による出力抑制機能付きPCSの開発、実証
2. 通信手段による電圧調整機能付きPCSの開発、実証
3. 双方向通信の導入に向けた通信手段(PLC、光ファイバ、メタル、無線等)の実証
4. メガソーラーや風力発電所等の通信制御の実証
5. 住宅用太陽光発電の通信制御の実証

事業イメージ



目標達成に向けた取り組み

項目		仕様	開発	評価	担当法人
①太陽光発電用PCS (住宅用、事業用)		インターフェース 共通仕様	機器開発	フィールド試験	オムロン、東芝、三洋電機、シャープ、三菱電機、高岳製作所、日新電機
②蓄電池用PCS		基本仕様	機器開発	フィールド試験	関電工、高岳製作所
③電圧調整機能付きPCS		方式選定 PCSの基本仕様	機器開発	工場試験	東芝、富士電機
④双方向通信機器	センターサーバ	—	機器開発	フィールド試験	日立製作所
	通信アダプタ				日本電気
	汎用通信ソフト				日本アイ・ビー・エム
	公衆無線網 (携帯電話、WiMAX)				NTTドコモ、KDDI
	特定小電力無線 (900MHz、400MHz)				三菱電機、パナソニックシステムネットワークス、東芝、沖電気工業、日立製作所
	PLC				住友電気工業
	無線LAN				パナソニックシステムネットワークス、富士通
⑤サイバーセキュリティ関連機器		対策方針	—	フィールド試験	NRIセキュアテクノロジーズ

2. 成果、目標の達成度(1/5)

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

2. 成果、目標の達成度(2/5)

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

2. 成果、目標の達成度(3/5)

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

2. 成果、目標の達成度(4/5)

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

2. 成果、目標の達成度(5/5)

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

3. 事前評価の結果

平成22年7月、産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会委員からの時点でのコメントに対する対処方針

コ メ ン ト	対 処 方 針
○ 双方向通信制御の重要性は理解。ただし、ロードマップを見ると展開がゆっくりしているので世界的な動向も見極めつつもっと早く進めるべき。 ○ メガソーラー、ウィンドファームは制御が不可避であり、電力会社が納得するレベルに技術を作り込んでいく必要があるため、電力会社と一体となった開発が不可欠。	○ 関連する他の実証事業の進捗や、我が国の電力系統や再生可能エネルギーの導入状況等を踏まえつつ、電力の安定供給を前提に、双方向通信制御技術の早期確立を推進していく。 ○ 本事業においては、通信事業者やメーカーの他、電気事業者等も参加し、電力の安定供給が確保される等、電気事業者の要求水準に見合う技術開発を行っていく予定。 また、先発の次世代送配電系統最適制御技術実証事業、太陽光発電出力予測技術開発実証事業及び次世代型双方向通信出力制御実証事業はそれぞれ関連性もあることから、連携して一体的に推進していく。

4. 事業に関する評価結果(平成25年度)

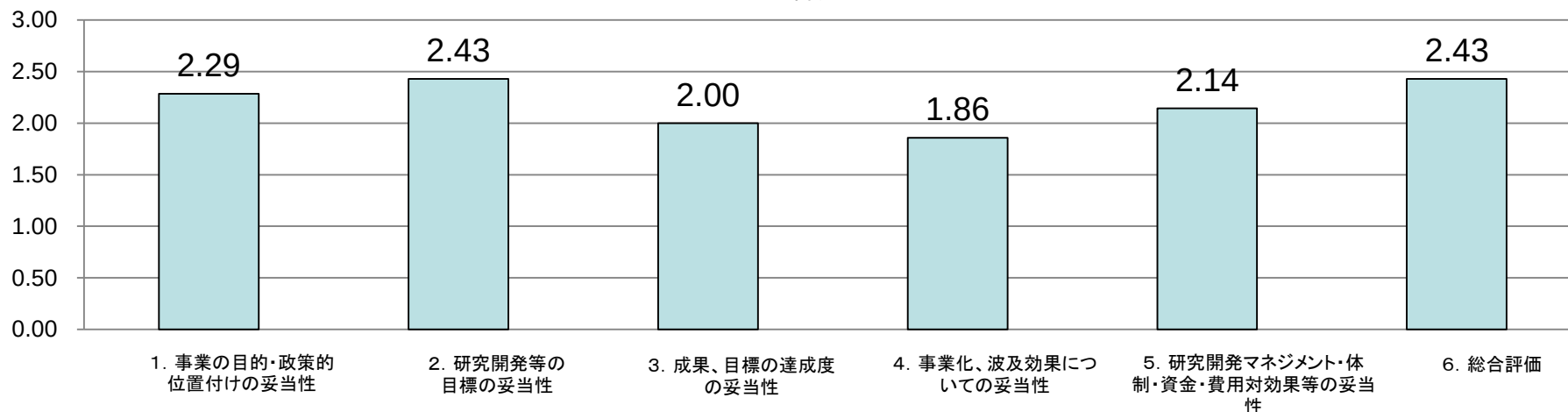
1. 肯定的意見

- 5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(Power Conditioning System : 直流交流変換装置)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。更に、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5つの要素技術各々に関しての進捗状況はおおむ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、大学及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。
- 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」並びに「太陽光発電出力予測技術開発実証」とも密に連携が図られている点も評価できる。

2. 指摘事項

- 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。
- 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。
- 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るべき。

評点



5. 提言及び提言に対する対処方針

今後の研究開発の方向等に関する提言

○産学官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。

提言に対する対処方針

- 産学官による本事業の体制において、引き続き活発な議論を進めていく。
- 本事業における研究成果の共有化を実現するため、研究成果・データをまとめた報告書の公表に対する検討に取り組んで行く。

2. E. 太陽光発電出力予測技術開発実証事業に関する評価の概要

1. プロジェクトの概要(1/2)

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。				
実施期間	平成23 年度～平成25 年度 （3年間）				
予算総額	2.2億円 (補助率1/2)	年度(平成)	23	24	25
		予算(億円)	1.0	0. 9	0. 3
実 施 者	東京大学、伊藤忠テクノソリューションズ、ソーラーフロンティア、日本気象協会、日立製作所、三菱電機、電力中央研究所、電力10社				
プロジェクト リーダー	荻本 和彦 東京大学 特任教授				

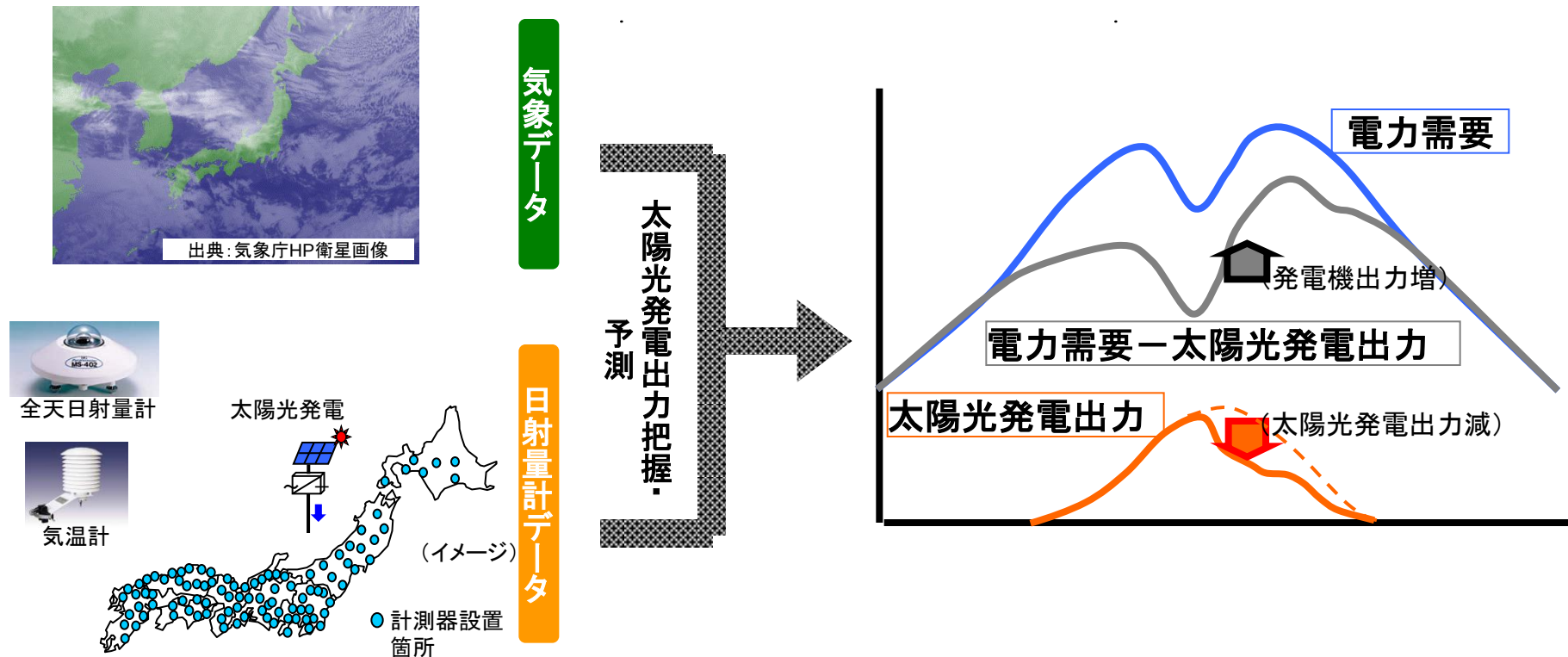
1. プロジェクトの概要(2/2)

～太陽光発電出力予測技術開発実証～

目的 太陽光発電大量導入時の安定的な需給運用のため、太陽光発電出力の現在把握と事前予測を行う技術を確立する

気象データや日射量計データ等から現在の太陽光発電出力を把握する手法の開発と、気象予報技術を応用した事前に太陽光発電出力を予測する手法の開発

■太陽光発電出力の把握・予測と需給運用の関連<概念図>



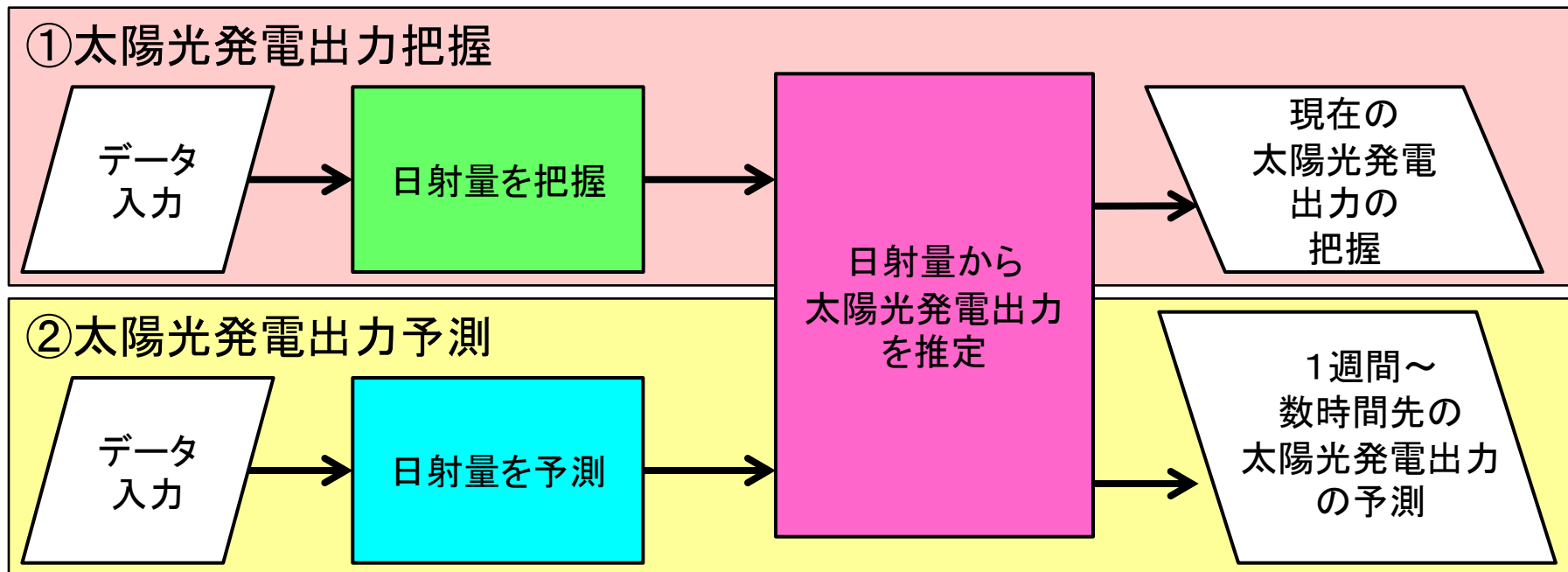
目標

(1) 事業内容

- ① 太陽光発電出力把握手法の開発 ⇒ 現在出力の把握
- ② 太陽光発電出力予測技術の開発 ⇒ 1週間～数時間先を予測

(2) 技術的アプローチ

- ・ 天気予報の技術を応用し日射量の推定, 予測を行うための技術を開発
- ・ 誤差要因を考慮し、日射量からPV出力を推定する技術開発



3. 目標

(3) 要素技術と担当法人

日射量の把握	課題 ①	JWA	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 ②	電中研	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 ③	CTC	気象衛星データを用いた日射量推定
日射量の予測	課題 ④	JWA	時間スケールに応じた日射量予測
	課題 ⑤	電中研	気象モデルによる日射量の予測
	課題 ⑥	CTC	気象予測モデルおよび統計手法を用いた日射量の予測
太陽光発電出力の推定	課題 ⑦	電中研	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	CTC	統計手法を用いた太陽光発電出力推定
	課題 ⑨	日立	日射量推定結果からの太陽光発電出力推定
	課題 ⑩	三菱	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 ⑪	SF	統計処理による太陽光発電量推定
日射量の分析	課題 ⑫	東大	日射量データ分析

JWA 一般財団法人 日本気象協会
 電中研 一般財団法人 電力中央研究所
 CTC 伊藤忠テクノソリューションズ株式会社

日立 株式会社 日立製作所
 三菱 三菱電機株式会社
 SF ソーラーフロンティア株式会社

東大 国立大学法人 東京大学

2. 成果、目標の達成度 <日射量の把握> (1/4)

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
① 日 射 量 観 測 データや気象衛 星データからの 日射量推定	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
②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	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、面的広がりの大さ の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
③気象衛星デー タを用いた日射 量推定	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）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

2. 成果、目標の達成度 <日射量の予測> (2/4)

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
④時間スケールに応じた日射量予測	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、精度の向上を図った。	達成
⑤気象モデルによる日射量の予測	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
⑥気象予測モデルおよび統計手法を用いた日射量の予測	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

2. 成果、目標の達成度 <太陽光発電出力の推定> (3/4)

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
⑦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	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
⑧統計手法を用いた太陽光発電出力推定	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
⑨日射量推定結果からの太陽光発電出力推定	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
⑩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	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
⑪統計処理による太陽光発電量推定	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量推定モデルを構築した。	達成

2. 成果、目標の達成度 <日射量の分析> (4/4)

要素技術	目標・指標	成 果	達成度
⑫日射量データ分析	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

3. 事前評価の結果

本事業の実施に向けての評価小委員会委員からのコメントに対する対処方針

コ メ ン ト	対 処 方 針
○ 太陽光の出力制御は、気象予測が出来れば良いとの一面と、太陽光パネル自体が気象情報のセンサーになっているとの点から、既存のインフラとの親和性、統合を考えると、限られた情報にしか注目していないと考えられる。 ○ 様々な通信インフラをエネルギーに活用するという提案も出ている中、通信インフラの活用が弱いレベルにとどまっているのではないかな。	○ 太陽光発電の出力は、太陽光パネルや PCS の特性・設置状況、気温・日射量等により変化。 ○ 太陽光発電が大量に導入された場合、各太陽光パネルの出力状況等に関する情報を収集すると相当なコストを要するため、代表地点に日射量計等を設置し、当該データ等を活用した出力予測技術の開発・評価をすることは有効。 ○ 将来的には、配電系統等に設置したセンサー等を活用し太陽光発電の出力予測を行っていくことも想定されるなど、既存インフラの最大活用等を図っていく。 ○ 通信インフラのエネルギーへの活用については、技術的実現性や社会的受容性、電力の安定供給等に配慮しつつ、検討していく方針。

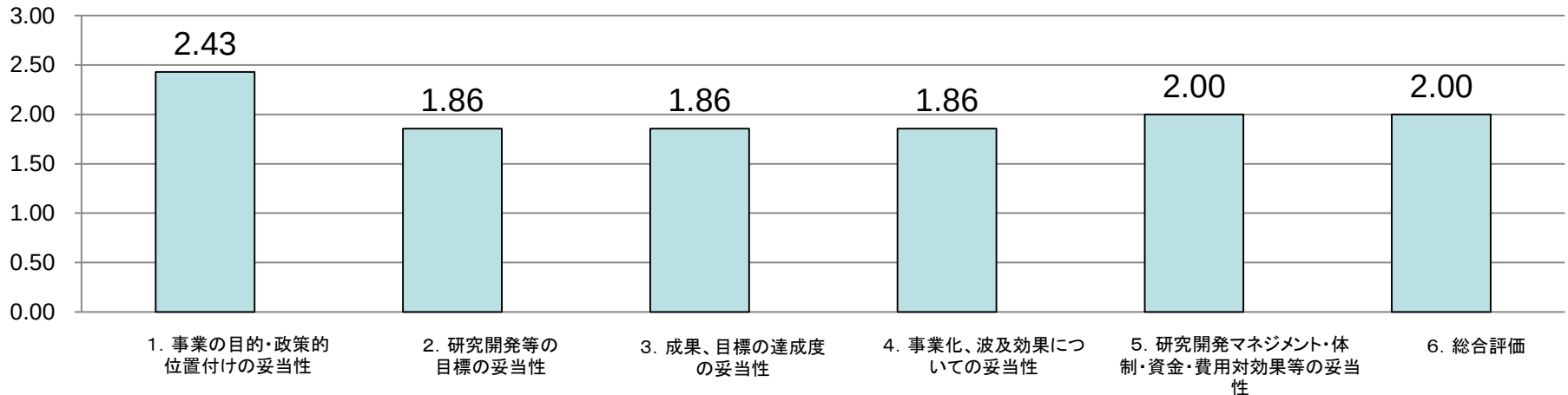
1. 肯定的意見

- 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算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。

2. 指摘事項

- 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疑問である。今後3年間の継続調査に期待したい。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。

評点



5. 提言及び提言に対する対処方針

今後の研究開発の方向等に関する提言

○産学官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。

提言に対する対処方針

○引き続き、全法人参加による研究体制を組織し、事業の成果の検証を予定している。

○事業の成果やデータの提供については、公共の利益となるよう対応していく。

評価検討会

評価検討会名称

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

評価検討会委員

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

伊藤 敏憲

株式会社伊藤リサーチ・アンド・アドバイザ
リー代表取締役

太田 有

早稲田大学 基幹理工学部 機械科学・航空
学科 教授

佐藤 幹夫

電力中央研究所 研究アドバイザー

嶋田 隆一

東京工業大学 名誉教授

藤井 俊英

電気事業連合会 技術開発部長