

次世代電力供給システム分野に係る 技術に関する施策

評価用資料

平成25年11月13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	施策の目的・政策的位置付け.....	1
1-1	施策の目的.....	1
1-2	政策的位置付け.....	2
1-3	国の関与の必要性.....	5
2	施策の構造及び目的実現の見通し.....	6
2-1	得られた成果.....	6
2-2	施策の構造.....	8

第一章 技術に関する施策

1. 施策の目的・政策的位置付け

1-1 施策の目的

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。

1-2 政策的位置付け

1-2-1 火力発電技術開発

当技術開発は、化石エネルギー利用の高度化として、環境に配慮したクリーン燃焼技術による高効率化を目指す。

2013年6月に閣議決定された「日本再興戦略」では、東日本大震災以降、老朽火力の焚き増し等により、火力発電の燃料コスト大幅に増加していることが指摘されており、この課題に対する当面の主要施策として、以下の内容が記載されている。

◇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。

◇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%程度）。
- ・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%程度）。

また、2013 年 9 月に総合科学技術会議で決定された「環境エネルギー技術革計画」では、短中期（2030 年頃まで）に生産・供給分野で実用化が見込まれる技術として、「高効率石炭火力発電」、「高効率天然ガス発電」が挙げられており、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エネルギーの低コスト化を行い、世界的な普及を図るとしている。



図 1-1. 「環境エネルギー技術革新計画」における「高効率石炭火力発電」技術ロードマップ

出典：総合科学技術会議「環境エネルギー技術革新計画」（平成 25 年 9 月）

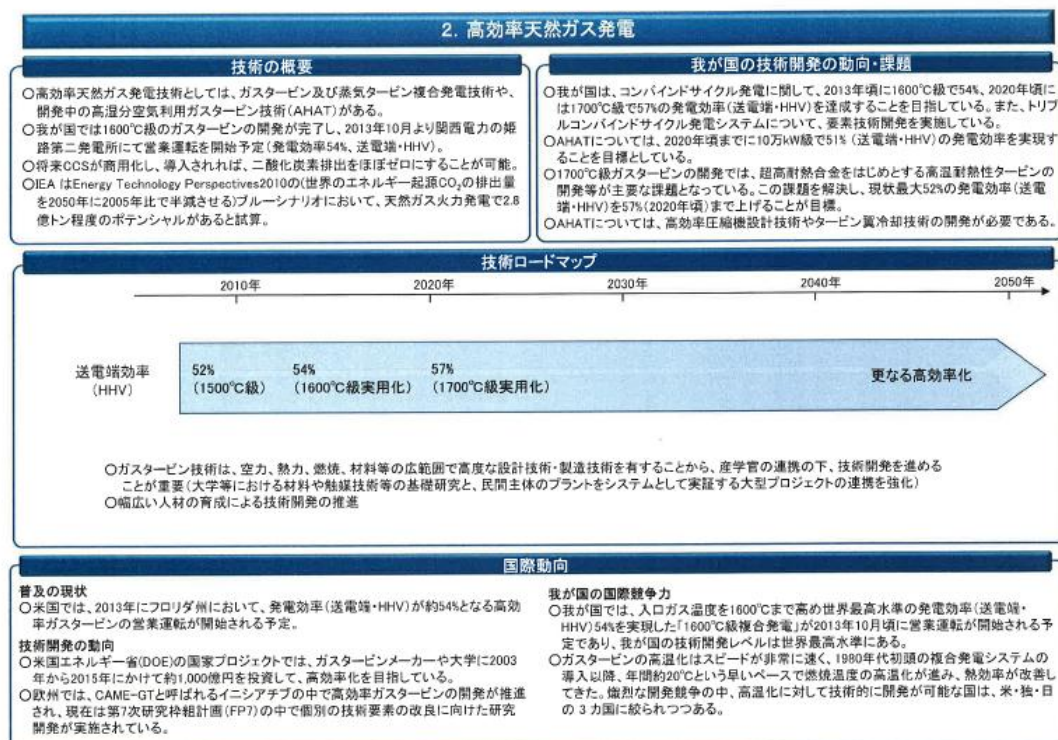


図 1-2. 「環境エネルギー技術革新計画」における「高効率天然ガス火力発電」技術ロードマップ

出典：総合科学技術会議「環境エネルギー技術革新計画」（平成 25 年 9 月）

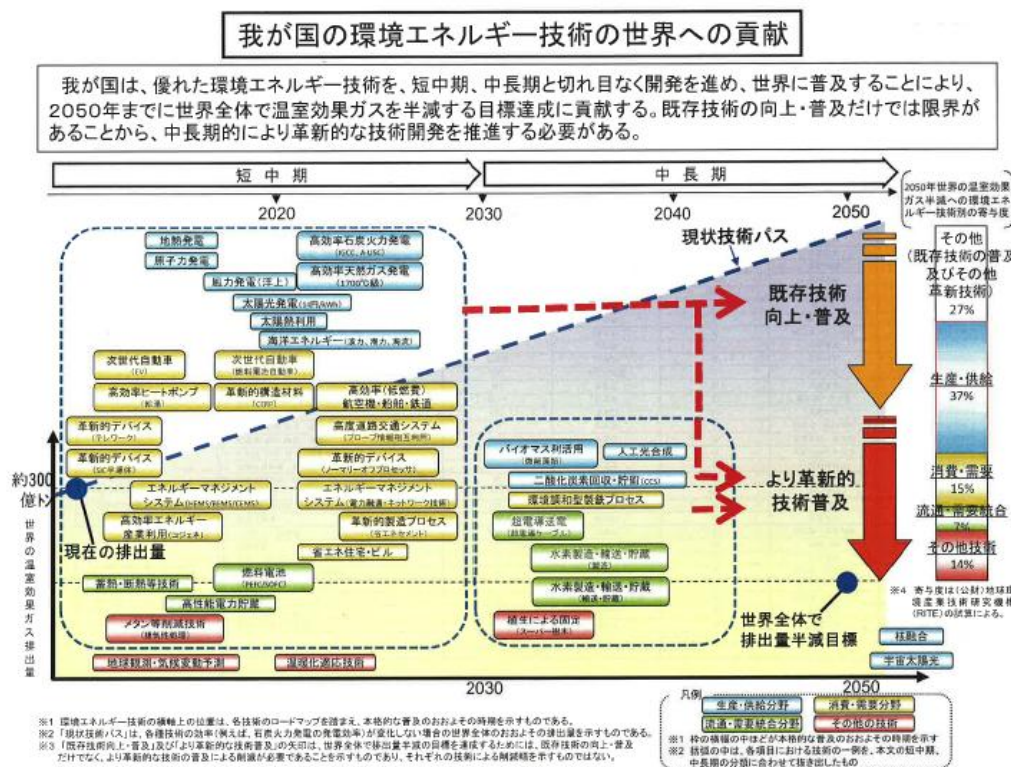


図 1-3. 「環境エネルギー技術革新計画」における「我が国の環境エネルギー技術の世界への貢献」
出典：総合科学技術会議「環境エネルギー技術革新計画」（平成 25 年 9 月）

1-2-1 送配電技術開発

2013年 6 月に閣議決定された「日本再興戦略」では、エネルギーを効率的に流通させるため、広域系統運用、無駄を徹底除外するデバイス・部素材や蓄電池の普及により、時間・場所の制限を超えた効率的なエネルギー流通を達成し、日本全体で最適なエネルギー利用が可能となる社会を目指すとしている。この課題に対する当面の主要施策として、以下の内容が記載されている。

- ◇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。

また、2013 年 9 月に総合科学技術会議で決定された「環境エネルギー技術革新計画」では、短中期（2030 年頃まで）に流通・需給統合分野で実用化が見込まれる技術として、「高性能電力貯蔵」等が挙げられており、従来のエネルギー需要家において、エネルギーの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こととしている。

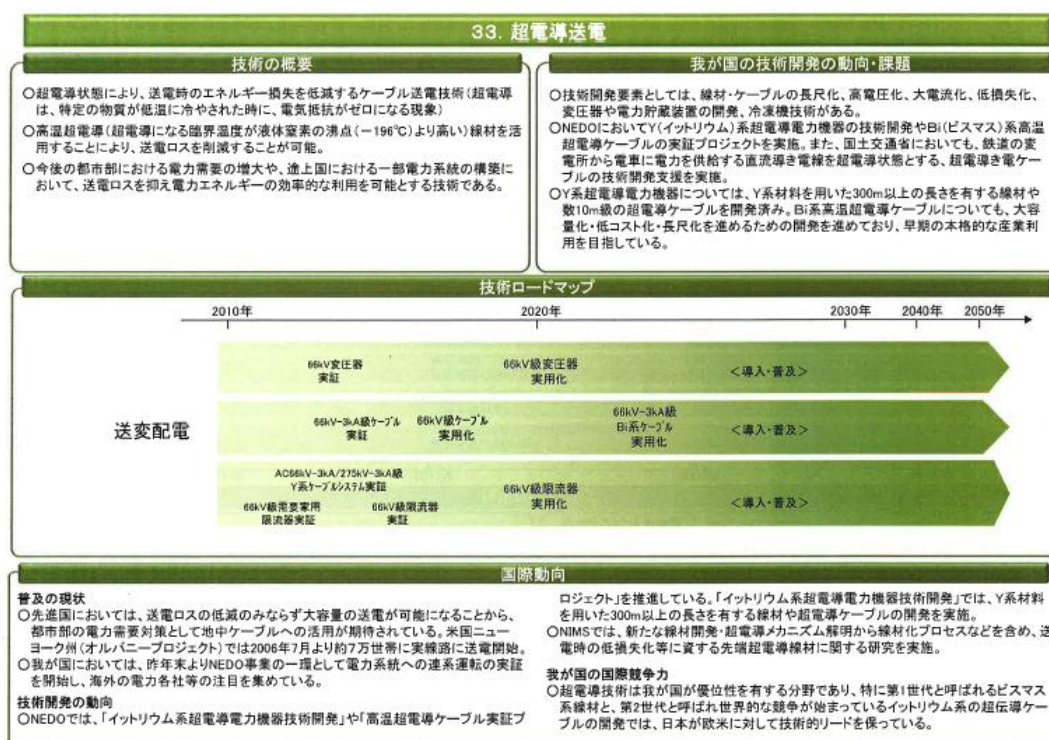


図 1-4. 「環境エネルギー技術革新計画」における「超電導送電」技術ロードマップ

出典：総合科学技術会議「環境エネルギー技術革新計画」（平成 25 年 9 月）

1-3 国の関与の必要性

環境負荷を低減に取り組む上で、石炭火力発電の高効率化や次世代型送配電ネットワーク構築等の革新的な技術開発は、研究開発成果の商業性や投資回収可能性に係るリスクが大きく、また、海外でも開発研究が行われていない技術もあるため、民間企業のみでは対応できない世界最先端の研究開発分野である。そのため、民間企業の技術開発意欲を削がないようにするため、国による適切な支援が必要不可欠である。

また、エネルギー・環境分野での革新的技術開発は、新しい技術が社会・経済システムに定着し、具体的なエネルギー供給や環境適合性を発揮して、初めて効用を発揮するものである。そのため、当該技術開発の実施に当たっては、社会・経済システムの中で具体的に技術を担う民間企業の意欲や技術力を十分活用しつつ、技術の市場化に至るまでの経済的社会的リスクを十分踏まえた適切な国の支援が必要である。

2. 施策の構造及び目的実現の見通し

2-1 得られた成果

各項目について、順調に成果が出ており、各技術開発について詳細を以下に示す。

(1) 高効率ガスタービン実用化技術開発・実証事業

①実用化技術開発

○研究開発期間：2008～2011年度（4ヵ年計画）

○予算総額：約70億円

②実証事業

○研究開発期間：2012～2020年度（9ヵ年計画）

○予算総額（予定）：約527億円

【アウトプット】

- ・エネルギーセキュリティの確保及び地球環境問題の双方に対応するため、2011年度までに各発電技術とも目標の発電効率（高効率ガスタービン技術：56%、高温分空気利用ガスタービン技術（AHAT）：51%）を達成できる実用化技術を確立する。

【アウトプットからアウトカムへの展開】

①1700℃級ガスタービンの実用化技術開発

1700℃級ガスタービンの実用化に必要な先端要素技術を適用した各要素モジュールの検証等を実施し、大容量機（25万kW程度（コンバインド出力40万kW））の高効率化（発電効率56%以上）を実現する。

②AHAT実用化技術開発

AHATの実用化に必要な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行い、中小容量機（10万kW程度）の高効率化（発電効率51%以上）を実現する。

【アウトカム】

- ・各発電形式による高効率発電システムを2020年頃までに実用化を目指す。

(2) 先進超々臨界圧火力発電（A-USC）実用化要素技術開発

○研究開発期間：2008～2016年度（9ヵ年計画）

○予算総額（予定）：約86億円

【アウトプット】

- ・蒸気温度700℃以上、蒸気圧力24.1MPa以上の蒸気条件に耐えられる電力産業用大容量ボイラー・タービンシステムの開発のため、耐熱耐圧材料の開発や、システム設計、

実缶・回転試験等を行うことによりA-USCの技術を確立する。

【アウトプットからアウトカムへの展開】

- ・要素技術を元にA-USC技術の実証実験を行い、実用化を目指す。

【アウトカム】

- ・蒸気温度700℃級（発電効率46%HHV）の従来型より高い送電端効率を持つA-USC技術の商用化を2020年代に実現。

（3）イットリウム系超電導電力機器技術開発

○研究開発期間：2008～2012 年度（5 カ年計画）

○予算総額（予定）：約 140 億円

【アウトプット】

イットリウム系超電導線材を用いた超電導電力機器（超電導電力貯蔵：SMES、超電導電力ケーブル、超電導変圧器）の実用化を見通すコイル化、大電流低交流損失化、高電圧電気絶縁技術、限流機能付加技術、システム化技術等重要な技術の開発を行う。

【アウトプットからアウトカムへの展開】

イットリウム系超電導線材を用いた超電導電力機器の評価試験モデルを作製し、繰り返し充放電、送電ケーブル損失低減、変圧器の低損失化及び限流機能付加等の性能検証を行う。また、各機器の普及導入時に必要となる高性能・高性能超電導線材の開発を行う。尚、一部、磁場中高特性線材の開発は米国ロスアラモス国立研究所との共同研究で行う。

【アウトカム】

コンパクトで大容量かつ安定的な電力供給及び送電ロスの飛躍的低減による CO2 削減が期待できるイットリウム系超電導線材を用いた超電導電力機器（超電導電力貯蔵装置：SMES、超電導電力ケーブル、超電導変圧器）の研究開発を行う。

（4）次世代型双方向通信出力制御実証事業

○研究開発期間：2011～2013年度（3カ年計画）

○予算総額：約13.7億円

【アウトプット】

- ・通信手段によりきめ細かな出力抑制機能が可能な直交変換装置（PCS）の開発や、太陽光発電や蓄電池システム等の効率的な制御を行うための各種双方向通信の実証を行う。

【アウトプットからアウトカムへの展開】

- ・太陽光発電等の大量導入に伴う系統安定化対策（余剰電力対策等）として、各種通信手段による出力抑制機能付きPCSの市場投入、普及を目指す。

【アウトカム】

- ・太陽光発電等の大量導入時には電力需要の少ない時期に出力抑制を行うことを前提に、出力抑制量を最小化し、太陽光発電等の大量導入に伴う系統安定化対策コストを抑制しつつ、太陽光発電等の大量導入と電力系統の安定化を実現する。

（５）太陽光発電出力予測技術開発実証事業

○研究開発期間：2011～2013年度（3ヵ年計画）

○予算総額：約2.2億円

【アウトプット】

- ・既存の太陽光発電の出力データ等や気象情報等を活用し、現在では確立されていない太陽光発電の出力状況把握や出力予測手法の開発を行う。

【アウトプットからアウトカムへの展開】

- ・太陽光発電の出力予測に基づき、電力系統の需給運用に活用可能かどうか評価を行う。

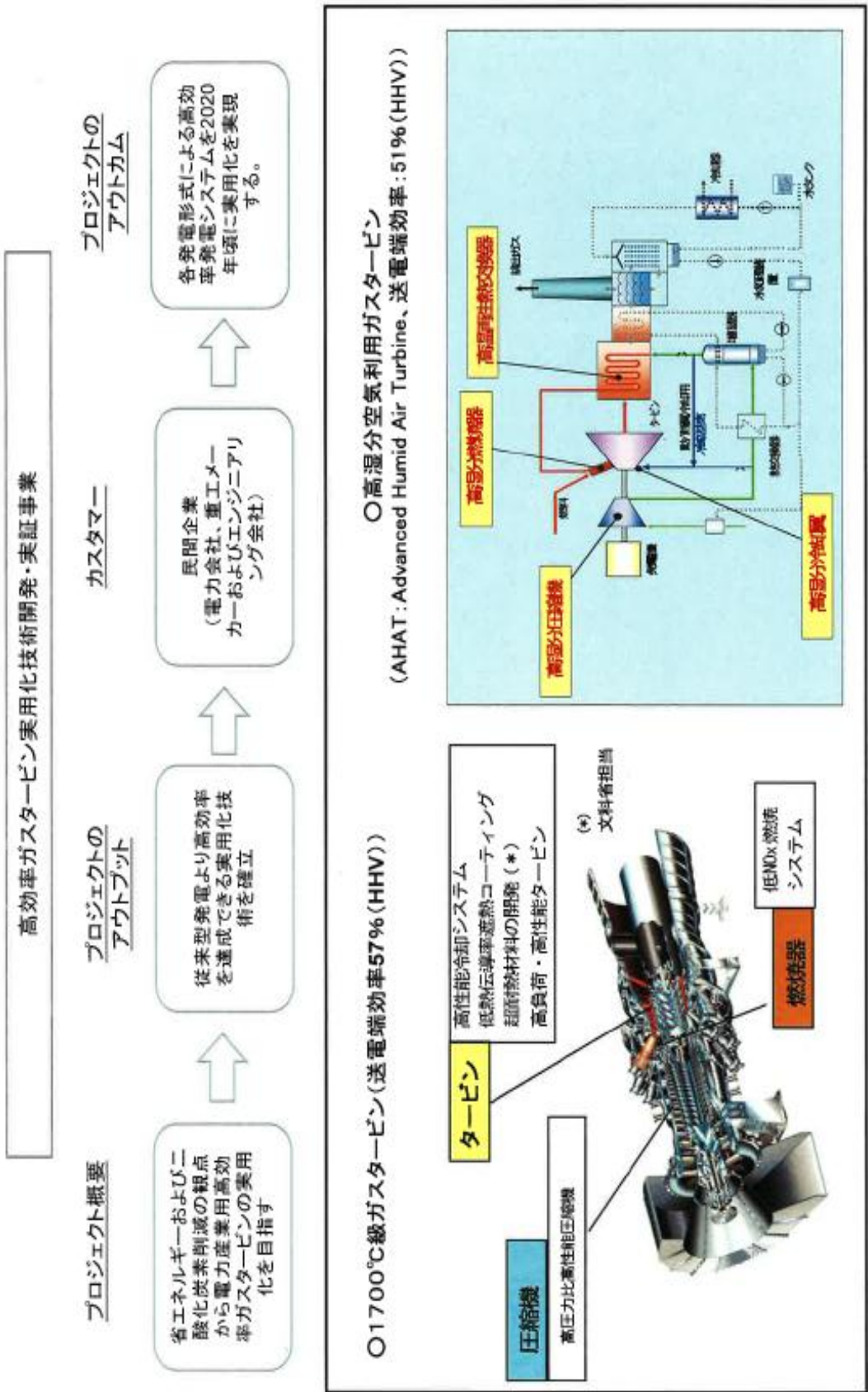
【アウトカム】

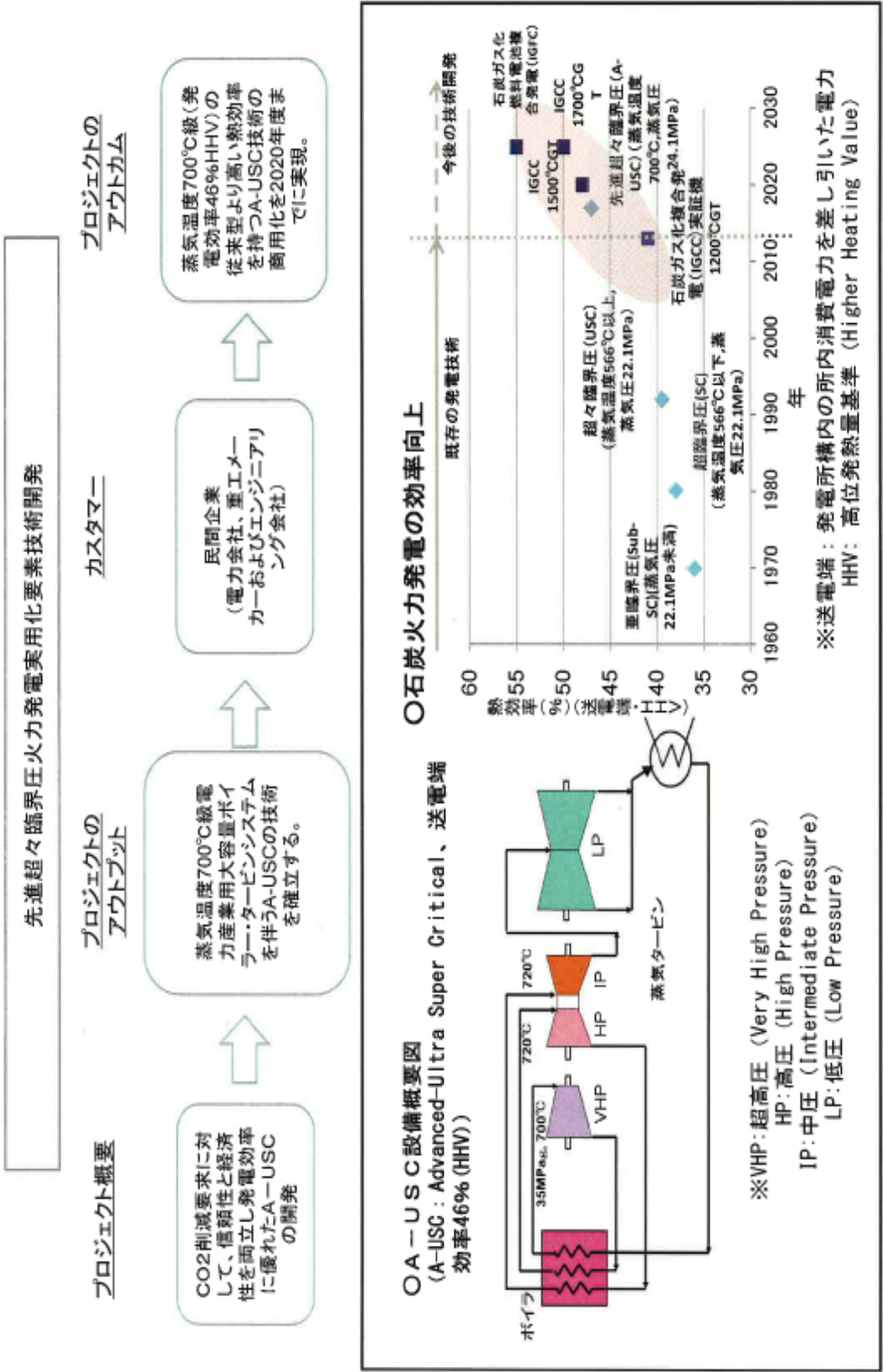
- ・気象情報に基づく正確な太陽光発電の出力予測技術の確立により、周波数調整、需給調整、再生可能エネルギー電源の有効利用への活用や待機電源の最小化などにつなげていく。

2－2 施策の構造

各事業の技術体系を整理したロジックツリーを別紙１に示す。また、各事業の目的や進捗を整理するとともに、中長期的なアウトカムを整理したロジックモデルを別紙２に示す。







イットリウム系超電導電力機器技術開発

プロジェクト概要

系統安定化や送電ロスの飛躍的削減によるCO2削減を可能とするため、
 ①超電導電力貯蔵装置(SMES)
 ②超電導ケーブル
 ③超電導変圧器の研究開発

イットリウム系超電導線材を用いた超電導電力機器の実用化を見通すコイル化、大電流低交流損失化、高電圧電気絶縁技術、限流機能付加技術、システム化技術等重要な技術の開発



プロジェクトのアウトプット

カスタマー



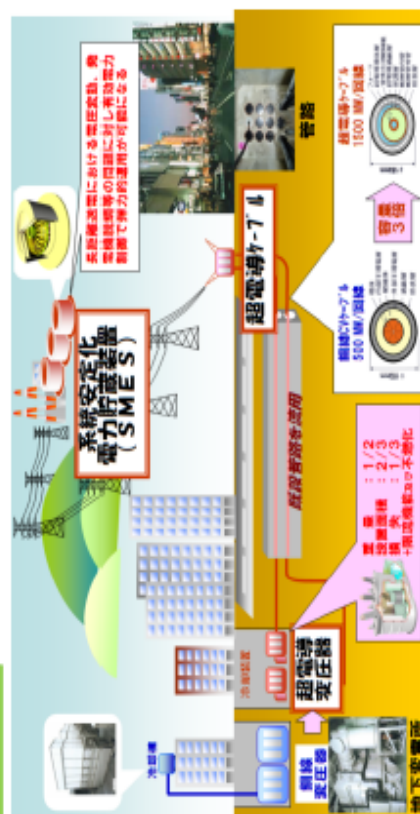
コンパクトで大容量かつ安定的な電力供給及び送電ロスの飛躍的削減によるCO2削減が期待できるイットリウム系超電導線材を用いた超電導電力機器の研究開発

プロジェクトのアウトカム



民間企業
 (電力会社、重工業、カーおよびエンジニアリング会社)

事業イメージ

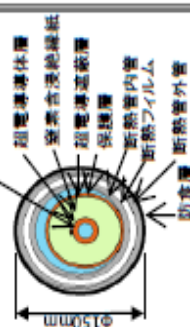


ケーブルの比較

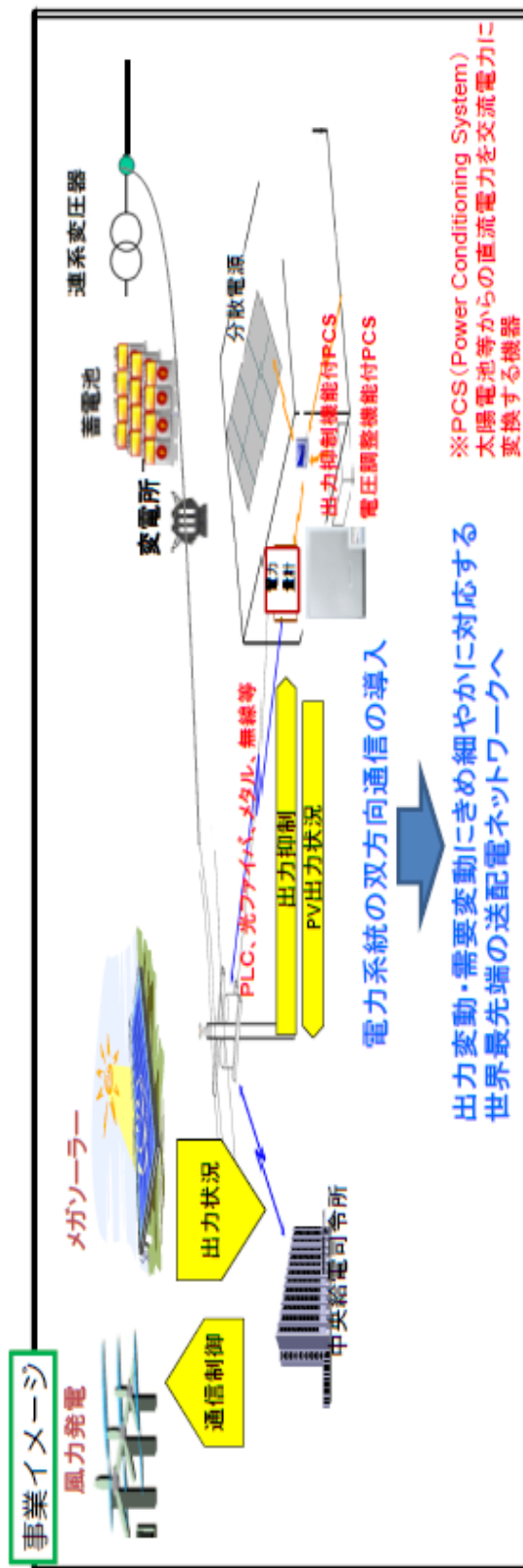
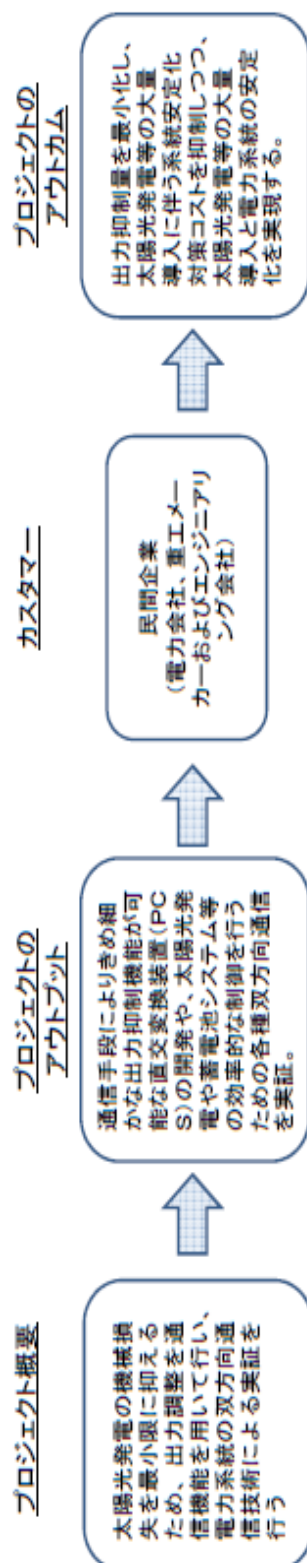
銅線CVケーブル
 電圧 275kV
 容量 500MW/回線



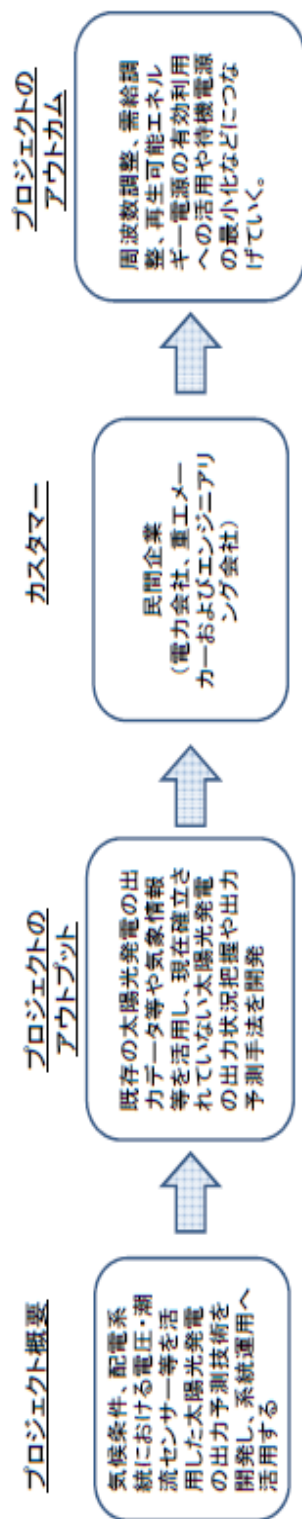
超電導ケーブル
 電圧 275kV
 容量 1500MW/回線



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



事業イメージ

太陽光発電のマクロでの出力状況の把握

天気予報等を活用した、日単位や数分(3~5分)程度の太陽光発電の出力予測技術を開発

予測技術を開発し、安定的な系統運用へ活用

