

# 次世代電力供給システム分野に係る 技術に関する施策の概要について

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

- 1.1. 施策の目的・政策的位置付け
- 1.2. 施策の構造
- 1.3. 施策の目的実現見通し

# 1.1. 施策の目的・政策的位置付

## 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。

# 1.1. 施策の目的・政策的位置付け

## 政策的位置付け(石炭火力発電技術)

「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

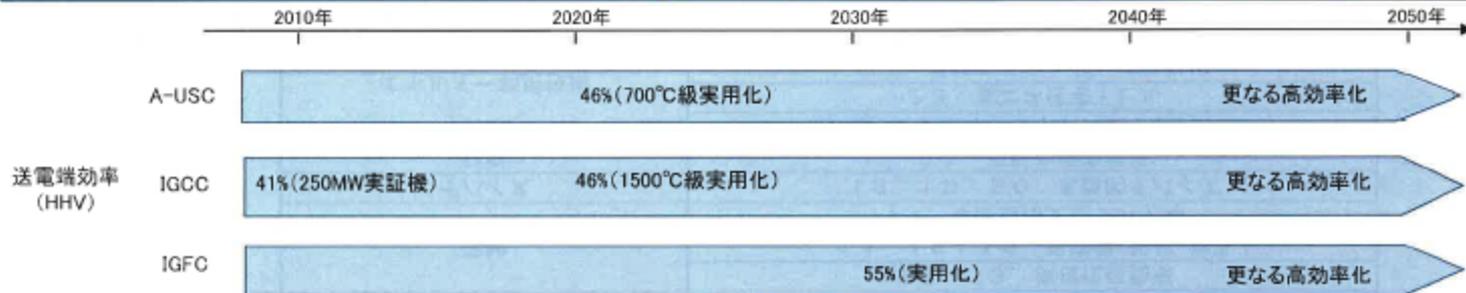
### 技術の概要

- 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CO<sub>2</sub>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



- 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

(※関連技術ロードマップ-30、燃料電池)

### 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(CO<sub>2</sub>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

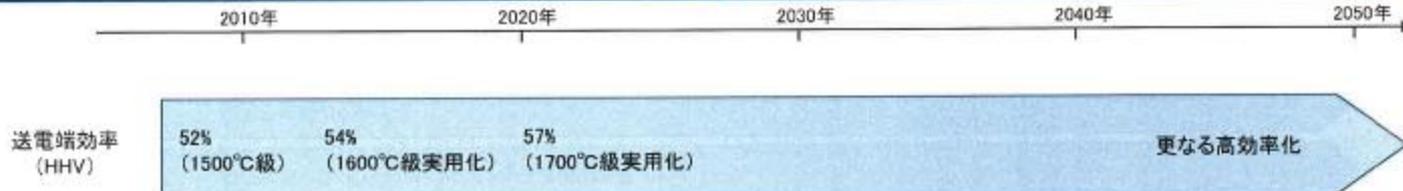
### 技術の概要

- 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の(世界のエネルギー起源CO<sub>2</sub>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。

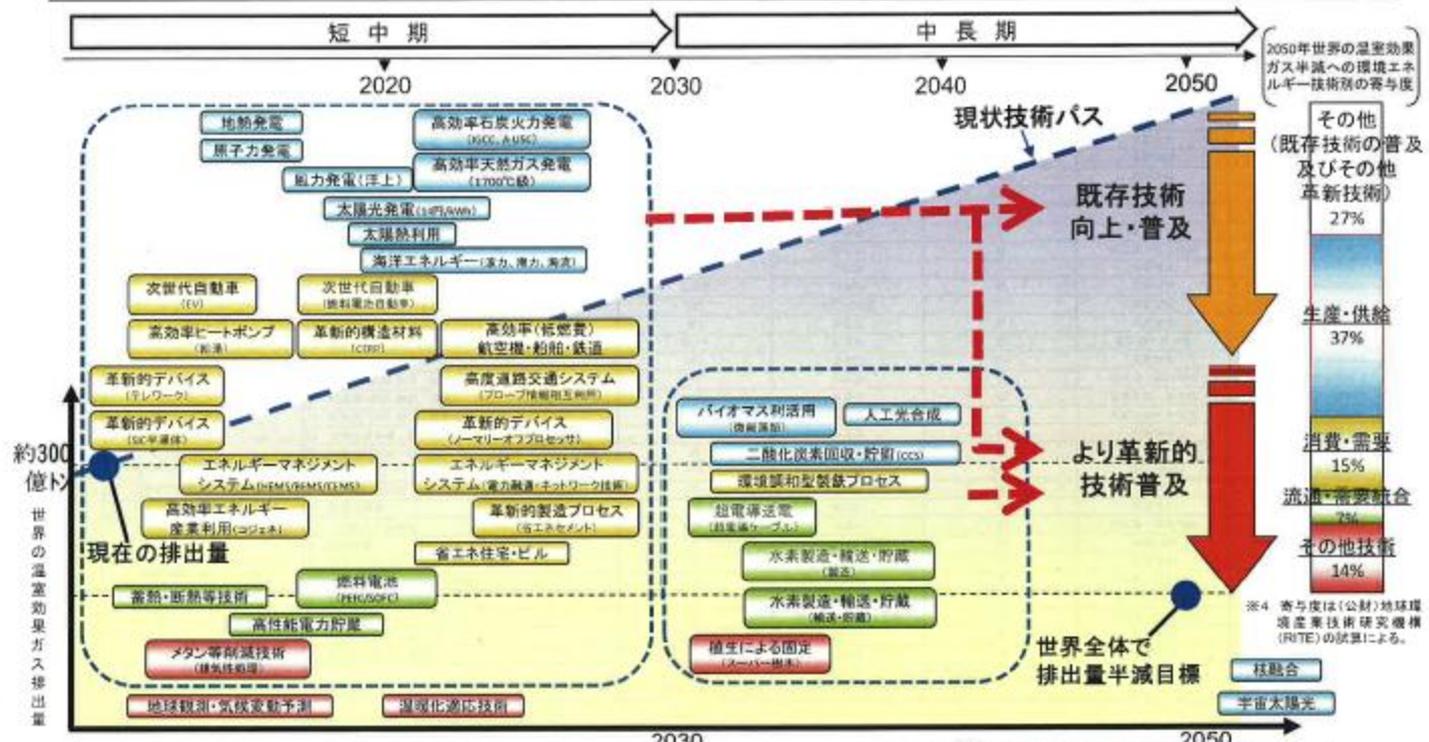
#### 我が国の国際競争力

- 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  
 2050  
 生産・供給分野  
 消費・需要統合分野  
 その他技術分野  
 ※1 枠の横線の中位が本格的な普及のおおよその時期を示す  
 ※2 括弧の中は、各項目における技術の一部を、本文の短中期、中長期の分類に合わせて抜き出したもの

※4 寄与度は(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)の試算による。

# 1. 1. 施策の目的・政策的位置付け

## 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系統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

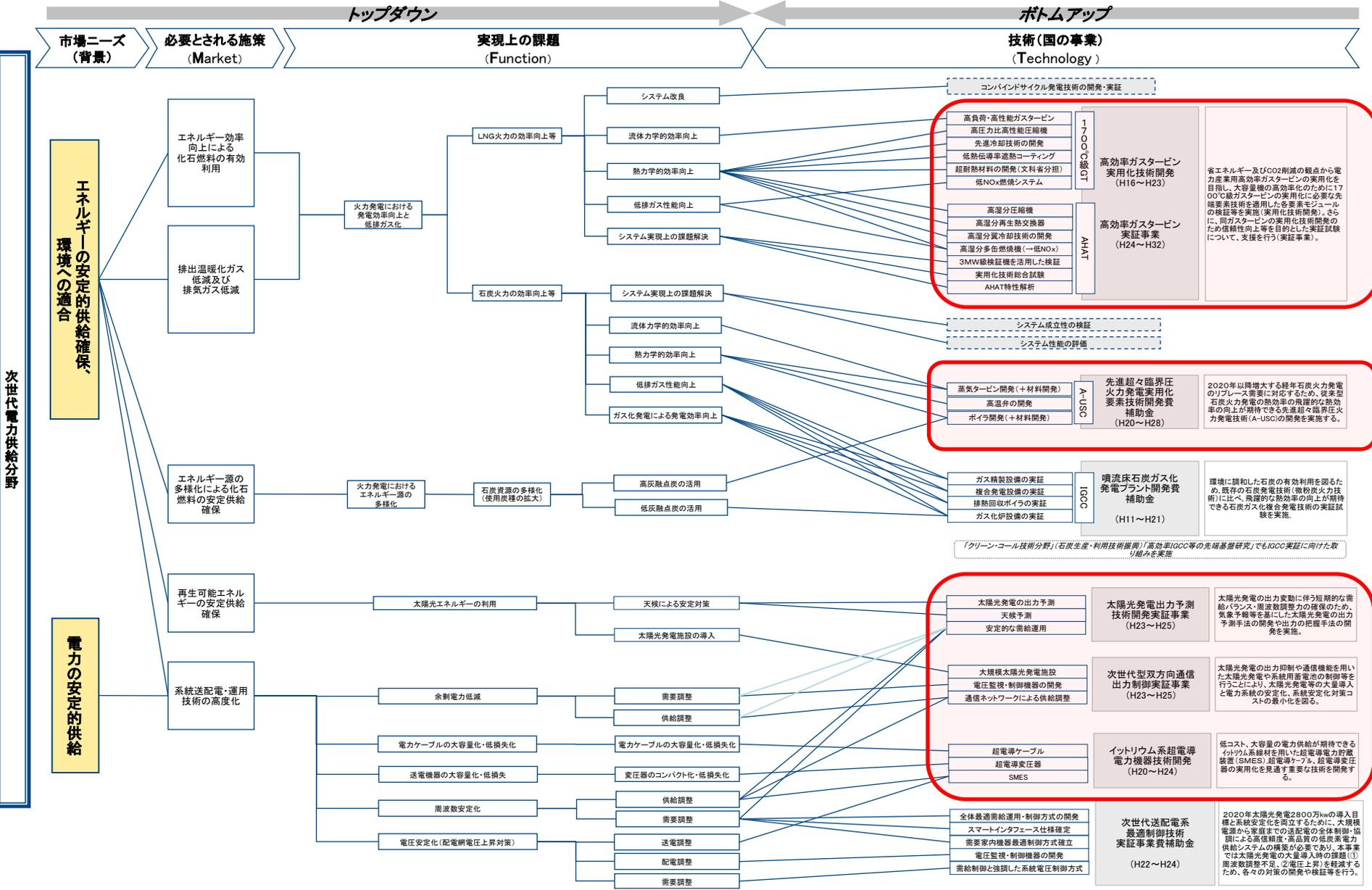
- NEDOでは、「イットリウム系超電導電力機器技術開発」や「高温超電導ケーブル実証プ

- 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。

# 1. 2. 施策の構造



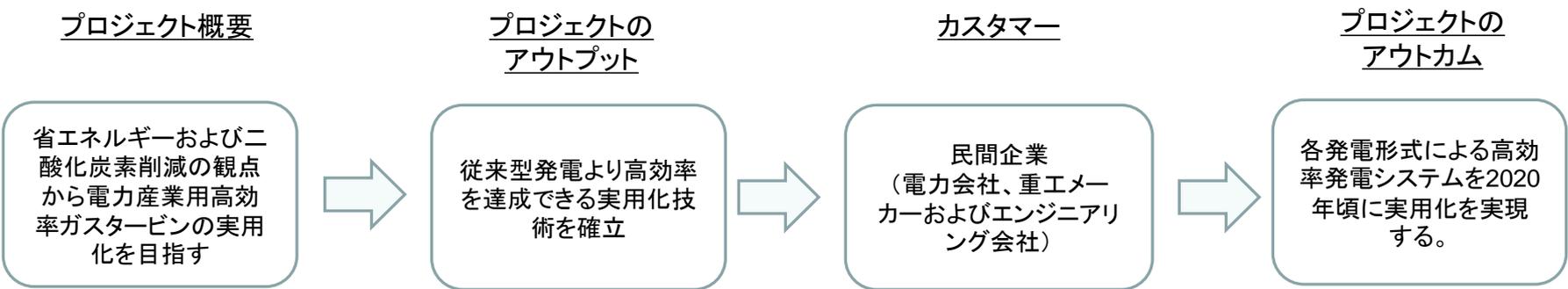
本施策の事業として着手されていない課題

平成25年度事業評価対象事業

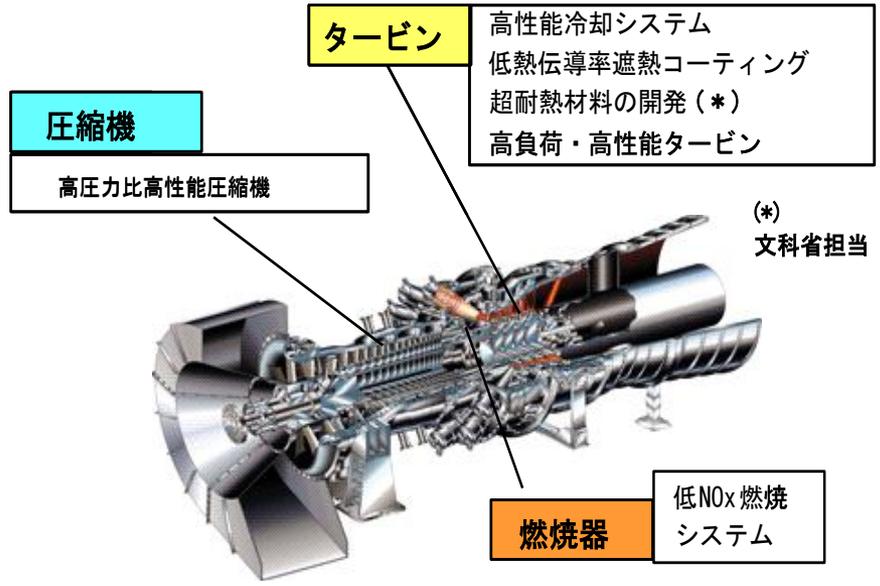
(出典) 電力基盤整備課にて作成

### 1.3. 施策の目的実現の見通し

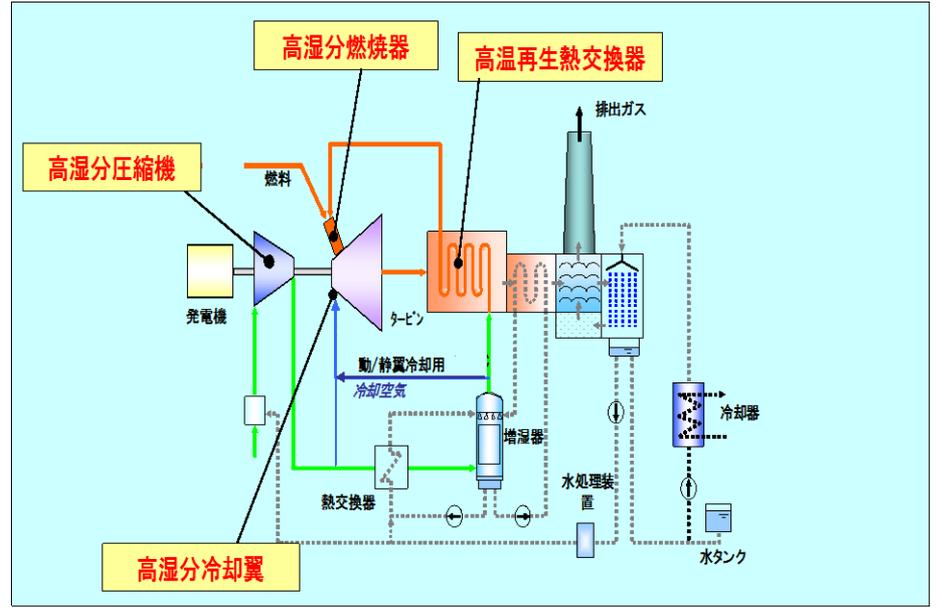
#### ○高効率ガスタービン実用化技術開発・実証事業



#### ○1700℃級ガスタービン(送電端効率57%(HHV))

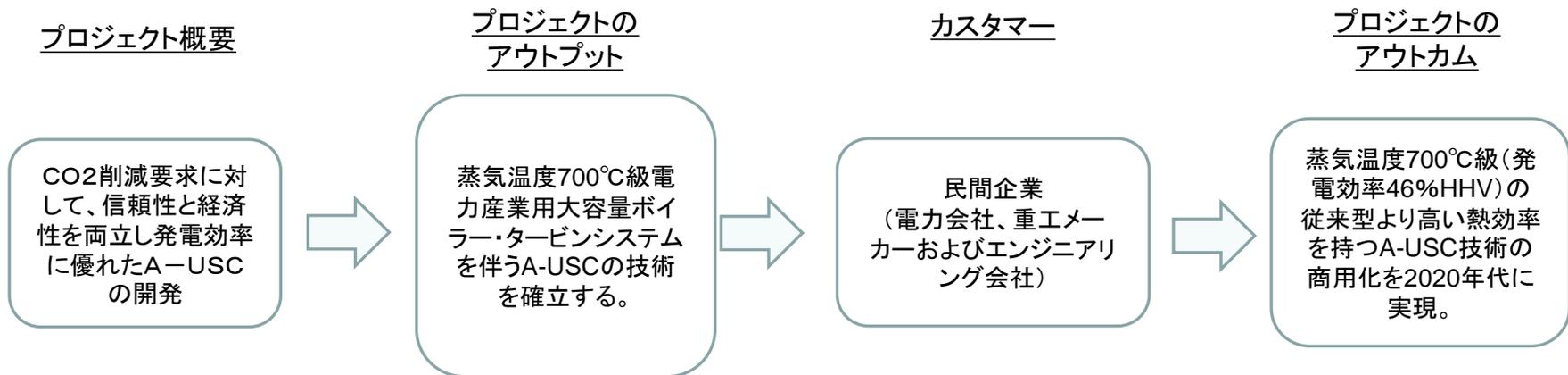


#### ○高湿分空気利用ガスタービン (AHAT: Advanced Humid Air Turbine、送電端効率:51%(HHV))

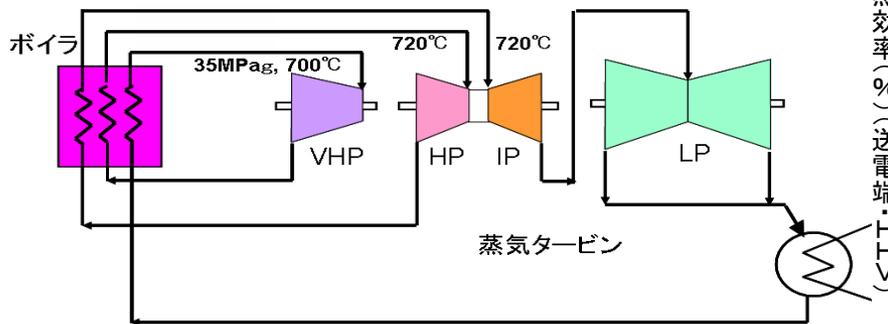


### 1.3. 施策の目的実現の見通し

○先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発

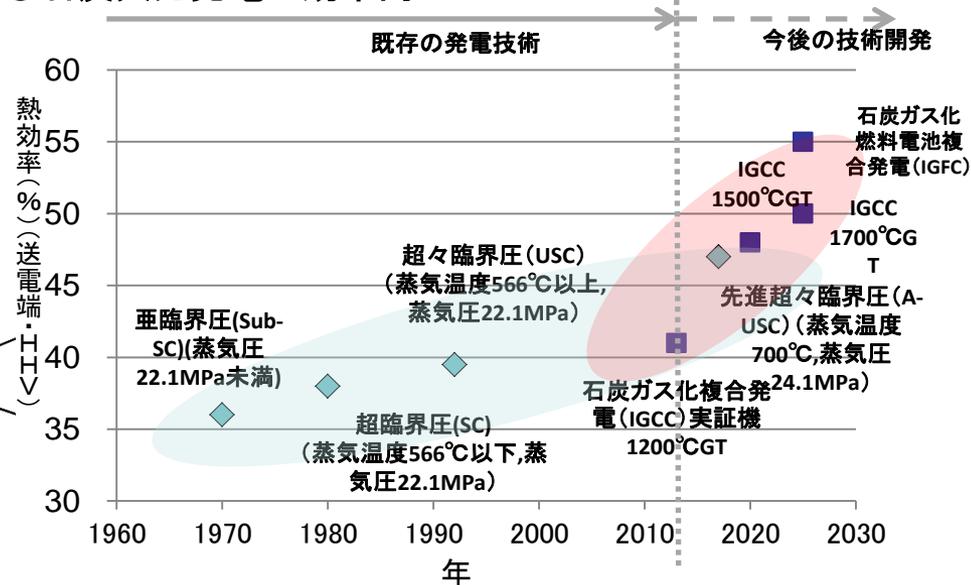


○A-USC設備概要図  
(A-USC: Advanced-Ultra Super Critical、送電端効率46%(HHV))



※VHP:超高压 (Very High Pressure)  
 HP:高压 (High Pressure)  
 IP:中压 (Intermediate Pressure)  
 LP:低压 (Low Pressure)

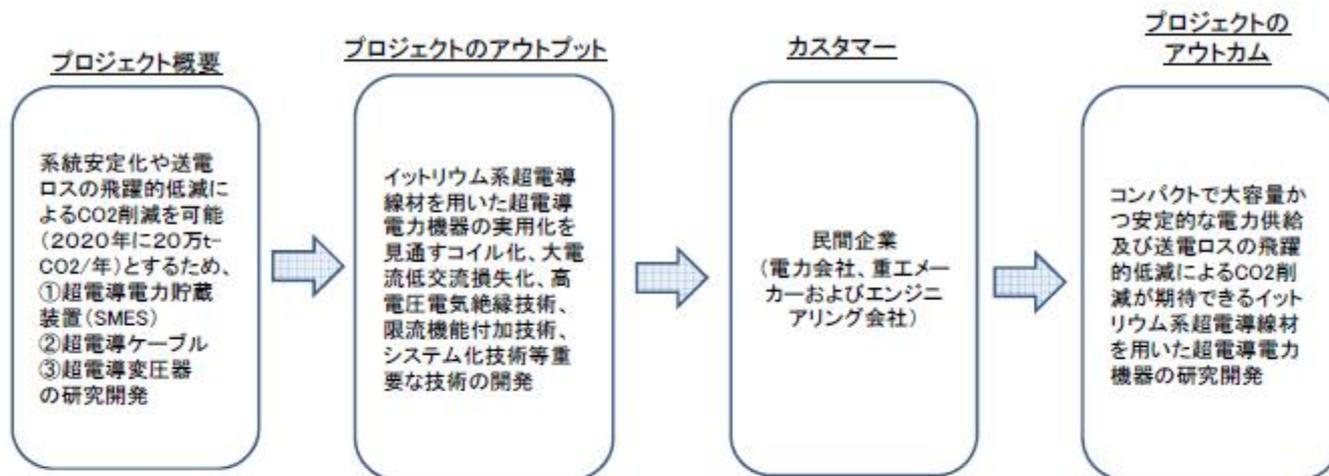
○石炭火力発電の効率向上



※送電端: 発電所構内の所内消費電力を差し引いた電力  
 HHV: 高位発熱量基準 (Higher Heating Value)

## 1.3. 施策の目的実現の見通し

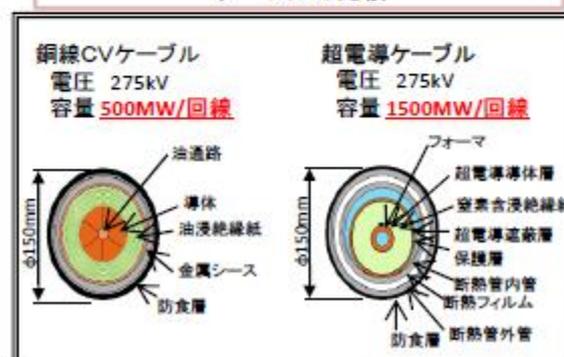
### ○イットリウム系超電導電力機器技術開発



### 事業イメージ

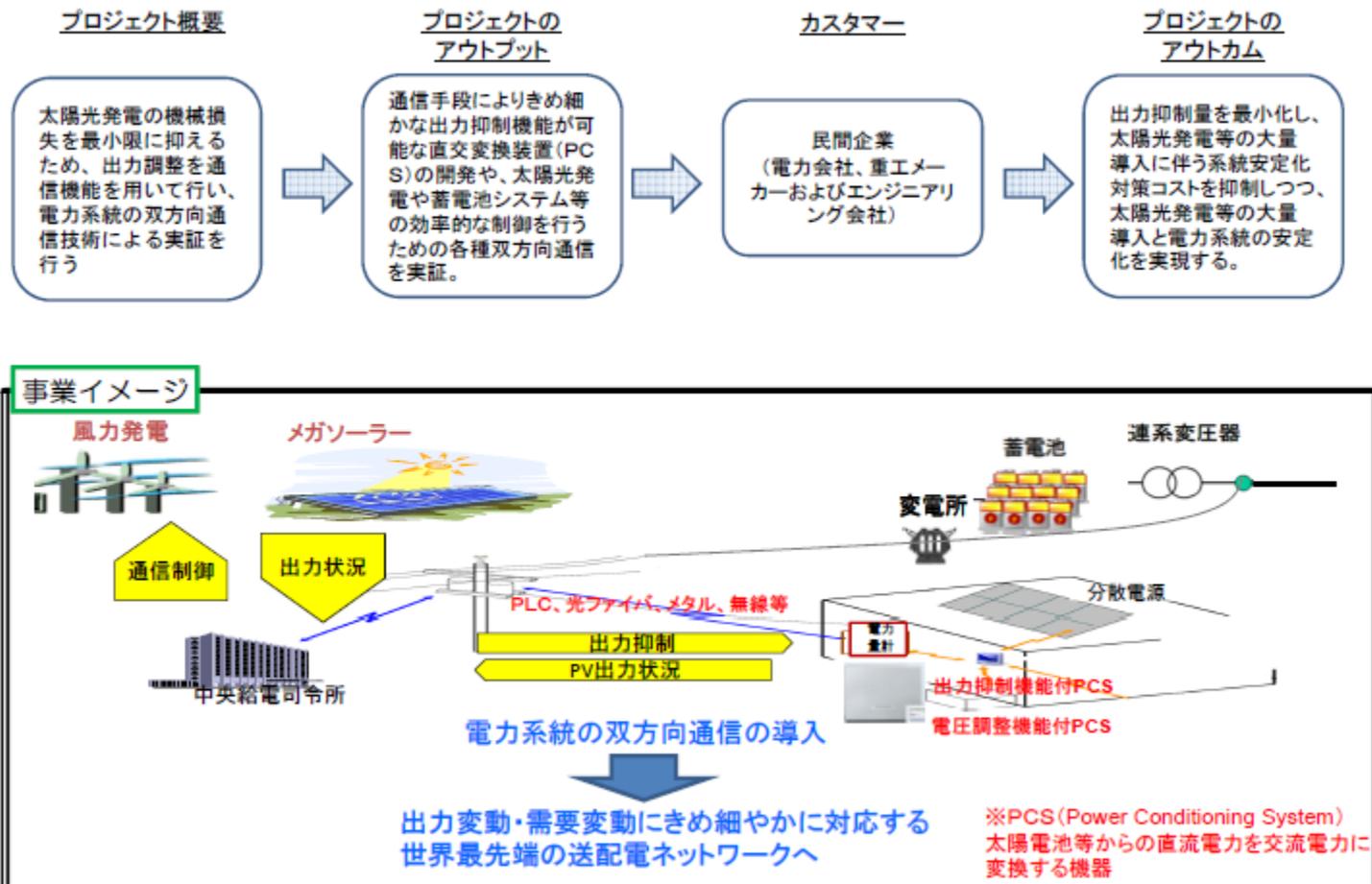


### ケーブルの比較



## 1.3. 施策の目的実現の見通し

### ○次世代型双方向通信出力制御実証事業



## 1.3. 施策の目的実現の見通し

### ○太陽光発電出力予測技術開発実証事業

