

|             |
|-------------|
| P 1 6 0 0 2 |
| P 1 6 0 0 3 |
| P 1 0 0 1 6 |
| P 9 2 0 0 3 |

## 「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発」基本計画

### サーキュラーエコノミー部

#### 目次

|  |    |
|--|----|
| 1. 研究開発の目的・目標・内容 .....                           | 3  |
| (1) 研究開発の目的 .....                                | 3  |
| (2) 研究開発の目標 .....                                | 4  |
| (3) 研究開発の内容 .....                                | 5  |
| 2. 研究開発の実施方式 .....                               | 7  |
| (1) 研究開発の実施体制 .....                              | 7  |
| (2) 研究開発の運営管理 .....                              | 9  |
| 3. 研究開発の実施期間 .....                               | 10 |
| 4. 評価に関する事項 .....                                | 12 |
| 5. その他重要事項 .....                                 | 13 |
| (1) 根拠法 .....                                    | 13 |
| (2) 研究開発成果の取扱い .....                             | 13 |
| (3) 基本計画の変更 .....                                | 14 |
| (4) 委託先等以外の第三者の土地に設置した資産の処分方法 .....              | 14 |
| (5) その他 .....                                    | 15 |
| 6. 基本計画の改定履歴 .....                               | 15 |
| (別紙) 研究開発計画 .....                                | 20 |
| 研究開発項目①：「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」 .....                | 20 |
| 研究開発項目②：「高効率ガスタービン技術実証事業」 .....                  | 27 |
| 研究開発項目③：「先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発」 .....             | 29 |
| 研究開発項目④：「次世代火力発電基盤技術開発」 .....                    | 30 |
| 研究開発項目⑤：「CO <sub>2</sub> 回収型次世代IGCC技術開発」 .....   | 44 |
| 研究開発項目⑥：「カーボンリサイクル・次世代火力推進事業」 .....              | 46 |
| 研究開発項目⑦：「次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発」 ..            | 48 |
| 研究開発項目⑧：「CO <sub>2</sub> 有効利用拠点における技術開発」 .....   | 49 |
| 研究開発項目⑨：「CO <sub>2</sub> 排出削減・有効利用実用化技術開発」 ..... | 51 |
| 研究開発項目⑩：「石炭利用環境対策事業」 .....                       | 58 |

|  |    |
|--|----|
| 研究開発項目⑪：「アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」       | 61 |
| 研究開発項目⑫：「CO <sub>2</sub> 分離・回収技術の研究開発」 | 62 |
| 研究開発項目⑬：「火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業」          | 65 |
| （別紙）研究開発スケジュール                         | 67 |

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

### (1) 研究開発の目的

火力発電におけるCO<sub>2</sub>排出削減とエネルギー安定供給を両立するためには、高効率化技術の確立に加えて、CO<sub>2</sub>を炭素資源（カーボン）と捉え、これを回収し多様な炭素化合物として再利用するカーボンリサイクルの社会実装が不可欠である。

2021年6月に策定された「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」では、カーボンニュートラル社会を実現するための重要分野の1つにカーボンリサイクル技術が位置づけられ、2023年6月策定の「カーボンリサイクルロードマップ」では2040年のカーボンリサイクル製品普及に向け、製造方法の低コスト化・効率化及びスケールアップ、CO<sub>2</sub>分離回収コストの低減を目指すこととしている。2025年2月策定の「第7次エネルギー基本計画」においては、カーボンリサイクルロードマップを踏まえて、技術開発・社会実装、国際展開、CO<sub>2</sub>サプライチェーン構築の推進が掲げられている。また、火力発電については、石炭ガス化複合発電（IGCC）をはじめとする次世代の高効率火力発電技術の開発の推進に加えて、再生可能エネルギーの変動性を補う調整力・供給力として柔軟な運転が必要であるとされている。

以上のように、再生可能エネルギーの大量導入に伴う変動を補う調整力として火力発電は依然重要であり、その高効率性及び柔軟性、環境適合性を高める技術開発（CO<sub>2</sub>の分離・回収及び利用、CO<sub>2</sub>フリー燃料の導入等）が求められている。我が国では、高効率化に資する技術として、超々臨界圧火力（USC）の商用化や空気吹きIGCCの実用化、1600℃級ガスタービンの開発など世界最高水準の火力発電技術を確立してきた。しかしながら、燃料資源を他国に依存する我が国では、限られた資源の有効利用のために、更なる高効率化とCO<sub>2</sub>削減に向け、CO<sub>2</sub>の回収・利用・貯留（CCUS）やCO<sub>2</sub>フリー燃料、カーボンリサイクル、アンモニア混焼を重要テーマと位置づけ推進している。また、火力発電技術を推進するにあたり、石炭利用に伴って発生するCO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじん等への対応や、セメント需要が減少する中での石炭灰及びスラグの有効利用方策を確立することが大きな課題となっている。今後とも石炭を活用し、エネルギー需給安定化に貢献していくためにも、より高度なクリーンコールテクノロジーの開発及び石炭灰の新たな利用方法の確立が必要である。

海外では、2025年11月時点で約150ヶ国が年限付きのカーボンニュートラル目標を掲げており、各国でCO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減するための様々な取組が行われている。火力発電においては、主に高効率化とCCUSによるカーボンニュートラルに注力しており、CO<sub>2</sub>分離・回収技術及びカーボンリサイクル技術についても先進的な取組が行われている。欧米では特に合成燃料製造の実証が加速しており、中国では火力発電所でのCO<sub>2</sub>利用型ポリジェネレーションシステムの導入が進められている。海外におけるCO<sub>2</sub>排出削減に向けた検討

や市場形成が加速する中で、我が国はCCUSに係る技術優位を維持しつつ、国際連携を強化し社会実装を加速する必要がある。

本プロジェクトでは、石炭・LNG火力の高効率化とCO<sub>2</sub>の分離・回収、カーボンリサイクル技術を一元的に推進し、成果共有とリソース最適化により早期の技術確立・社会実装を狙う。さらに石炭利用の環境対策技術を強化し、安価かつ安定的な石炭利用を可能にすることで、我が国のエネルギーセキュリティ向上に資する。これらは上述の「第7次エネルギー基本計画」等の各種政策に整合するものであり、我が国技術の優位性を維持するための中核的な取組である。

## (2) 研究開発の目標

### ① アウトプット目標

本プロジェクトを通じて、発電効率の大幅な向上技術、調整力確保に寄与する負荷変動対応発電技術、CO<sub>2</sub>分離・回収後においても高効率を維持する技術、CO<sub>2</sub>フリー燃料の利用技術、低コストなCO<sub>2</sub>分離・回収技術及びCO<sub>2</sub>有効利用技術（カーボンリサイクル等）により、CO<sub>2</sub>排出の削減に寄与する革新的なカーボンリサイクル技術及び次世代火力発電技術の見通しを得る。また、石炭灰の有効利用率を100%まで向上させるなど、石炭の有効利用技術を確立する。

研究開発項目ごとの目標については、別紙にて定める。

### ② アウトカム目標

本プロジェクトの開発成果により、LNG火力においては、2030年頃に将来のガスタービン燃料電池複合発電（GTF C）商用機として送電端効率63%（高位発熱量基準）を達成し、さらには、IGFC商用機へと繋げることで、石炭火力として送電端効率55%（高位発熱量基準）を達成する。

2040年頃に燃料としての年間アンモニア利用量1,000万トンを達成し、アンモニア35,000円/tを想定した場合において、3,500億円相当の燃料アンモニア市場を創出する。

CCUSの実現に向け、CO<sub>2</sub>分離・回収コスト1,000円台/t・CO<sub>2</sub>という大幅な低減を達成する。また、CO<sub>2</sub>有効利用の一例として、CO<sub>2</sub>由来のメタンで天然ガスパイプラインの許容圧力変動幅の1割を活用して負荷変動対応に供する場合として、1,300億円相当の天然ガス代替を獲得する。

負荷変動対応技術を確立することで、電力市場整備の一つとして進められてきた調整力公募市場（短期間での電力需給調整能力（ΔkW 価値）を取引する市場公募）での電力供給機会の更なる創出に寄与し、電力市場の活発化に貢献する。

カーボンリサイクルの観点からは、2030年頃に短期的に実現可能な

技術（ポリカーボネートなどの化学品、バイオジェットなどの液体燃料、道路ブロックなどのコンクリート製品など）を既存のエネルギー・製品と同等のコスト実現を目指すとともに、2040年以降に実現を目指した需要の多い汎用品（オレフィンやBTXなどの化学品、ガス、液体などの燃料、汎用コンクリート製品など）へ拡大する。

### ③ アウトカム目標達成に向けての取組

市場ニーズを見極めつつ、各技術開発プロセスの進捗管理を行い、開発優先度の調整、開発スケジュールの最適化、技術開発の相互連携を図り、中長期の火力発電技術開発の全体プロセスの最適化・効率化を図る。そして、技術開発のプロセスにおけるコスト低減の取組と信頼性の確保により、商用機導入を早期に拡大する。

### （３）研究開発の内容

火力発電の効率化及びCO<sub>2</sub>フリー燃料の利用、CO<sub>2</sub>分離・回収・有効利用等に関する調査、開発及び実証、石炭灰や溶融スラグの有効利用及び削減に関する調査及び技術開発並びに排煙処理技術等の環境対策に関する調査等を実施する。なお、個別研究開発項目の研究開発内容の詳細については、別紙にて記載する。

技術の成熟度が低く不確実性の高い基盤的技術や、実用化まで長期間を要するハイリスクな研究開発については委託事業、実用化・事業化に近い段階の研究開発については補助事業により実施する。補助事業の補助率（NEDO負担率1／3、1／2、2／3）については、企業の規模や技術の成熟度及び事業リスク、政策との整合性に基づき公募時に設定する。具体的には、下記の各研究開発項目に示すとおりに実施する。

#### 研究開発項目① 石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業〔委託・補助事業〕

- 1) 酸素吹IGCC実証（1／3補助）
- 2) CO<sub>2</sub>分離・回収型酸素吹IGCC実証（1／3、2／3補助）
- 3) CO<sub>2</sub>分離・回収型IGFC実証（1／2補助）
- 4) 信頼性向上、低コスト化（1／3補助）
- 5) CO<sub>2</sub>分離・回収負荷変動対応ガスタービン要素技術開発（1／2補助）
- 6) CO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCにおけるバイオマス混合ガス化技術開発（委託、1／2補助）
- 7) CO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCの調整能力の向上に資する技術開発（1／3、2／3補助）

#### 研究開発項目② 高効率ガスタービン技術実証事業〔補助事業〕

1) 1700℃級ガスタービン(2016～2018年度:2/3補助、  
2019～2020年度:1/2補助)

2) 高温分空気利用ガスタービン(AHAT)(2/3補助)

研究開発項目③ 先進超々臨界圧火力発電技術開発[補助事業(2/3補助)]

研究開発項目④ 次世代火力発電基盤技術開発[委託・補助事業]

1) 次世代ガス化システム技術開発

2) 燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ技術要素研究

3) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発

4) 燃料電池石炭ガス適用性研究

5) CO<sub>2</sub>分離型化学燃焼石炭利用技術開発

6) 石炭火力の負荷変動対応技術開発

7) CO<sub>2</sub>有効利用技術開発

8) CO<sub>2</sub>分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発

9) 機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究

研究開発項目⑤ CO<sub>2</sub>回収型次世代IGCC技術開発[委託事業]

研究開発項目⑥ カーボンリサイクル・次世代火力推進事業[委託事業]

研究開発項目⑦ 次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発  
[補助事業(1/2補助)]

研究開発項目⑧ CO<sub>2</sub>有効利用拠点における技術開発[委託・補助事業  
(2/3補助)]

1) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業[委託事業]

2) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業[委託・補助  
事業(2/3補助)]

研究開発項目⑨ CO<sub>2</sub>排出削減・有効利用実用化技術開発[委託・補助  
事業]

1) 化学品へのCO<sub>2</sub>利用技術開発[委託・補助事業]

2) 液体燃料へのCO<sub>2</sub>利用技術開発[委託・補助事業]

3) コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへのCO<sub>2</sub>利  
用技術開発[委託・補助事業]

4) 気体燃料へのCO<sub>2</sub>利用技術開発[委託・補助事業]

研究開発項目⑩ 石炭利用環境対策事業[委託・補助事業]

1) 石炭利用環境対策推進事業[委託事業]

2) 石炭利用技術開発[補助事業(2/3補助)]

研究開発項目⑪ アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業[委  
託・補助事業]

1) 要素研究[委託事業]

2) 実証研究[補助事業(1/2補助)]

※ 1) の実施者を公募した後の、1) から 2) への移行の可否は、外部有識者で構成される委員会の審査（ステージゲート審査）を経て決定する。

研究開発項目⑫ CO<sub>2</sub>分離・回収技術の研究開発〔委託・補助事業〕

（2021年度までは「CCUS研究開発・実証関連事業」において実施）

1) 先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発〔委託事業〕

2) 先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究〔委託・補助事業（1／2）〕

3) 二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発〔委託事業〕

4) 二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発〔委託事業・補助事業（2／3）〕

研究開発項目⑬ 火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業〔委託・補助事業〕

1) 機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の技術開発・実証研究〔委託・補助事業〕

2) 石炭火力の負荷変動対応技術開発・実証研究〔委託・補助事業〕

## 2. 研究開発の実施方式

### （1）研究開発の実施体制

本事業は、NEDOが単独又は複数の企業、大学等の研究機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別の研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点から国外企業との連携が必要な部分はこの限りではない。）から、原則公募によって実施者を選定し実施する。ただし、移管事業に関してはこの限りではない。

NEDOは、プロジェクトの進行全体の企画・管理やプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させるため、必要に応じてプロジェクトマネージャー（以下「PMgr」という。）を任命する。また、各実施者の研究開発ポテンシャルを最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、必要に応じて研究開発責任者（プロジェクトリーダー、以下「PL」という。）を指名する。

なお、研究開発項目ごとのPMgr、PLは以下のとおり。また、研究開発項目④2)、3)、4)は、推進にあたって、燃料電池に関する情報共有と開発戦略の整合性を図るため、プロジェクトチーム（PT）にNEDOスマートコミュニティ・エネルギーシステム部を加える。

研究開発項目① 石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業

PMgr：NEDO 田窪陽司、PL：大崎クールジェン株式会社 菊池哲夫

研究開発項目② 高効率ガスタービン技術実証事業

1) 1700℃級ガスタービン

PMgr : NEDO 園山希、PL : 三菱重工業株式会社 石坂浩一

2) 高湿分空気利用ガスタービン (AHAT)

PMgr : NEDO 山中康朗、PL : 三菱日立パワーシステムズ株式会社  
吉田正平

研究開発項目③ 先進超々臨界圧実用化要素火力発電技術開発

PMgr : NEDO 足立啓、PL : 一般社団法人高効率発電システム研究  
所 福田雅文

研究開発項目④ 次世代火力発電基盤技術開発

1) 次世代ガス化システム技術開発

PMgr : NEDO 中田博之、PL : 一般財団法人電力中央研究所 牧野  
尚夫

2) 燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ要素研究

PMgr : NEDO 春山博司、PL : 電源開発株式会社 早川宏

3) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発

PMgr : NEDO 福原敦、PL : 三菱日立パワーシステムズ株式会社 北  
川雄一郎

4) 燃料電池石炭ガス適用性研究

PMgr : NEDO 福原敦、PL : 電源開発株式会社 大畑博資

5) CO<sub>2</sub>分離型化学燃焼石炭利用技術開発

PMgr : NEDO 中田博之、PL : 一般財団法人石炭エネルギーセンタ  
ー 原田道昭

6) 石炭火力の負荷変動対応技術開発

PMgr : NEDO 野原正寛、PL : 契約毎に設置

7) CO<sub>2</sub>有効利用技術開発

PMgr : NEDO 天野五輪磨、PL : 国立研究開発法人産業技術総  
合研究所 坂西欣也

8) CO<sub>2</sub>分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発

PMgr : NEDO 阿部正道

9) 機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究

PMgr : NEDO 新郷正志、PL : 一般財団法人電力中央研究所 渡辺  
和徳

研究開発項目⑤ CO<sub>2</sub>回収型次世代IGCC技術開発

PMgr : NEDO 青戸冬樹、PL : 一般財団法人電力中央研究所 牧野  
尚夫

研究開発項目⑥ カーボンリサイクル・次世代火力推進事業

PMgr、PLの設置は無し



研究開発項目⑦ 次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発

PMgr : NEDO 西里友志、PL : 一般社団法人高効率発電システム研究所 福田雅文

研究開発項目⑧ CO<sub>2</sub>有効利用拠点における技術開発

PMgr : NEDO 波多野淳一

研究開発項目⑨ CO<sub>2</sub>排出削減・有効利用実用化技術開発

PMgr : NEDO 大石嘉彦

研究開発項目⑩ 石炭利用環境対策事業

PMgr : NEDO 齊藤英治

研究開発項目⑪ アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業

PMgr : NEDO 河原勇人

研究開発項目⑫ CO<sub>2</sub>分離・回収技術の研究開発

PMgr : NEDO 布川信、PL : 契約毎に設置

研究開発項目⑬ 火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業

PMgr : NEDO 阿部正道

## (2) 研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理及び執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適切に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

### ①進捗把握・管理

PMgrは、PLや研究開発実施者と密接に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術検討委員会を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

### ②技術分野における動向の把握・分析

PMgrは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策の分析及び検討を行う。

### ③ステージゲート方式の適用

各研究開発項目においては、技術の成熟度や事業化へのリスクに基づき必要に応じてステージゲート審査を用いる。

### ④その他附帯業務の実施

本プロジェクトに関わる内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査を行う。なお、調査の効率化の観点から、委託事業として実施

する。また、プロジェクト期間中あるいはプロジェクト終了後に、本研究開発の成果を成果報告会で公開する。

### 3. 研究開発の実施期間

本事業の実施期間は、2016年度から2029年度までの14年間とする。なお、研究開発項目①及び②は2012年度から2015年度、研究開発項目③は2008年度から2015年度まで経済産業省により実施したが、2016年度からNEDOが実施している。研究開発項目⑫は2018年度から2021年度まで「CCUS研究開発・実証関連事業」により実施したが、2022年度より本事業で実施する。

なお、研究開発項目ごとの実施期間は以下のとおり。

研究開発項目① 石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業（2016年度から2027年度まで）

- 1) 酸素吹IGCC実証（2016年度から2018年度まで）
- 2) CO<sub>2</sub>分離・回収型酸素吹IGCC実証（2016年度から2022年度まで）
- 3) CO<sub>2</sub>分離・回収型IGFC実証（2018年度から2022年度まで）
- 4) 信頼性向上、低コスト化（2021年度から2022年度まで）
- 5) CO<sub>2</sub>分離・回収負荷変動対応ガスタービン要素技術開発（2021年度から2025年度まで）
- 6) CO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCにおけるバイオマス混合ガス化技術開発（2023年度から2024年度まで）
- 7) CO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCの調整能力の向上に資する技術開発（2025年度から2027年度まで）

研究開発項目② 高効率ガスタービン技術実証事業

- 1) 1700℃級ガスタービン（2016年度から2020年度まで）
- 2) 高温分空気利用ガスタービン（AHAT）（2016年度から2017年度まで）

研究開発項目③ 先進超々臨界圧火力発電技術開発（2016年度）

研究開発項目④ 次世代火力発電基盤技術開発（2016年度から2027年度まで）

- 1) 次世代ガス化システム技術開発（2016年度から2017年度まで）
- 2) 燃料電池向け石炭ガスクリーンアップ技術要素研究（2016年度から2017年度まで）
- 3) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発（2016年度から2021年度まで）

- 4) 燃料電池石炭ガス適用性研究 (2016年度から2021年度まで)
- 5) CO<sub>2</sub>分離型化学燃焼石炭利用技術開発 (2016年度から2017年度まで)
- 6) 石炭火力の負荷変動対応技術開発 (2017年度から2024年度まで)
- 7) CO<sub>2</sub>有効利用技術開発 (2017年度から2021年度まで)
- 8) CO<sub>2</sub>分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発 (2020年度から2027年度まで)
- 9) 機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究 (2018年度から2021年度まで)
- 研究開発項目⑤ CO<sub>2</sub>回収型次世代IGCC技術開発 (2016年度から2020年度まで)
- 研究開発項目⑥ カーボンリサイクル・次世代火力推進事業 (2016年度から2027年度まで)
- 研究開発項目⑦ 次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発 (2016年度から2022年度まで)
- 研究開発項目⑧ CO<sub>2</sub>有効利用拠点における技術開発 (2020年度から2029年度まで)
  - 1) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業 (2020年度から2029年度まで)
  - 2) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業 (2020年度から2029年度まで)
- 研究開発項目⑨ CO<sub>2</sub>排出削減・有効利用実用化技術開発 (2020年度から2029年度まで)
  - 1) 化学品へのCO<sub>2</sub>利用技術開発 (2020年度から2029年度まで)
  - 2) 液体燃料へのCO<sub>2</sub>利用技術開発 (2020年度から2029年度まで)
  - 3) コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへのCO<sub>2</sub>利用技術開発 (2020年度から2029年度まで)
  - 4) 気体燃料へのCO<sub>2</sub>利用技術開発 (2021年度から2026年度まで)
- 研究開発項目⑩ 石炭利用環境対策事業 (2016年度から2025年度まで)
  - 1) 石炭利用環境対策推進事業 (2016年度から2025年度まで)
  - 2) 石炭利用技術開発 (2016年度から2025年度まで)
- 研究開発項目⑪ アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業 (2021年度から2024年度まで)
- 研究開発項目⑫ CO<sub>2</sub>分離・回収技術の研究開発 (2018年度から2029年度まで)
  - 1) 先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発 (2018年度から2019年度まで)

2) 先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究（2020年度から2029年度まで）

3) 二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発（2018年度から2021年度まで）

4) 二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発（2021年度から2029年度まで）

研究開発項目⑬ 火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業（2024年度から2026年度まで）

1) 機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の技術開発・実証研究（2024年度から2026年度まで）

2) 石炭火力の負荷変動対応技術開発・実証研究（2024年度から2026年度まで）

#### 4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、事業の意義及び目標達成度や成果に係る技術的意義及び将来の産業への波及効果等について、評価を実施する。研究開発項目①～⑤、⑦～⑬については、技術評価実施規程に基づき、プロジェクト評価を行う。

評価の時期については、研究開発項目①は、中間評価を2017年度、2020年度、2023年度及び2026年度に、終了時評価を2028年度に実施する。研究開発項目②は、中間評価を2018年度、終了時評価を2021年度に実施する。研究開発項目④1)は、研究開発項目⑤と統合の上、評価を行う。研究開発項目④2)は、終了時評価を2019年度に実施する。研究開発項目④3)、4)は、中間評価を2019年度に、終了時評価を2022年度に実施する。研究開発項目④5)は中間評価を2017年度に実施し、研究開発項目④6)は、中間評価を2020年度に、前倒し終了時評価を2023年度に実施し、研究開発項目④7)は前倒し終了時評価を2021年度に実施し、研究開発項目④8)は中間評価を2022年度、2026年度に実施し、終了時評価を2028年度に実施する。研究開発項目④9)は前倒し終了時評価を2021年度に実施する。研究開発項目⑤は、中間評価を2017年度、前倒し終了時評価を2020年度に実施する。研究開発項目⑥は、調査事業については内容に応じて研究開発項目①から⑤、⑦～⑪の中間評価、終了時評価の際に合わせて評価を実施し、共通基盤技術開発については研究開発項目⑨の中間評価の際に合わせて評価を実施、先導研究については内容に応じて研究開発項目⑨、⑪の中間評価、終了時評価の際に合わせて評価を実施する。研究開発項目⑦は、中間評価を2019年度、終了時評価を2022年度に実施する。研究開発項目⑧は、中間評価を2022年度及び2026

年度、終了時評価を2030年度に実施する。研究開発項目⑨1)、3)は、中間評価を2022年度及び2026年度、終了時評価を2030年度に実施する。研究開発項目⑨2)は中間評価を2022年度、2026年度、終了時評価を2030年度に実施する。研究開発項目⑨4)は中間評価を2023年度、前倒し終了時評価を2026年度に実施する。研究開発項目⑩は、中間評価を2019年度、2022年度、終了時評価を2026年度に実施する。研究開発項目⑪は、終了時評価を2025年度に実施する。研究開発項目⑫は、中間評価を2022年度及び2026年度、終了時評価を2030年度に実施する。研究開発項目⑬は、終了時評価を2027年度に実施する。

## 5. その他重要事項

### (1) 根拠法

本事業は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第十五条第一号ハ、第三号及び第六号イに基づき実施する。

### (2) 研究開発成果の取扱い

#### ①成果の普及

得られた事業成果については、NEDO、実施者とも普及に努める。

#### ②標準化等との連携

得られた事業成果については、標準化等との連携を図り、我が国の優れたカーボンリサイクル・次世代火力発電等技術を普及させるために、標準化への提案等を積極的に行う。

#### ③知的財産権の帰属

事業成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。

なお、海外動向や国際展開を見据えた知財管理を行うとともに、海外における知財の確保を積極的に推進する。

#### ④知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトのうち、研究開発項目①石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業6)、研究開発項目④次世代火力発電基盤技術開発、研究開発項目⑥カーボンリサイクル・次世代火力推進事業、研究開発項目⑧CO<sub>2</sub>有効利用拠点における技術開発、研究開発項目⑨CO<sub>2</sub>排出削減・有効利用実用化技術開発、研究開発項目⑩石炭利用環境対策事業、研究開発項目⑪アンモ

ニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業、研究開発項目⑫CO<sub>2</sub>分離・回収技術の研究開発及び研究開発項目⑬火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業における委託事業は、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

#### ⑤データマネジメントに係る運用

本プロジェクトのうち、研究開発項目①石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業6)、研究開発項目④次世代火力発電基盤技術開発8)、研究開発項目⑥カーボンリサイクル・次世代火力推進事業、研究開発項目⑧CO<sub>2</sub>有効利用拠点における技術開発、研究開発項目⑨CO<sub>2</sub>排出削減・有効利用実用化技術開発、研究開発項目⑩石炭利用環境対策事業、研究開発項目⑪アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業、研究開発項目⑫CO<sub>2</sub>分離・回収技術の研究開発及び研究開発項目⑬火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業において2018年度以降に公募を行う委託事業は、「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針」を適用する。また、2024年度以降に公募を行う事業については、すべての研究開発項目において「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針」を適用する。

### (3) 基本計画の変更

PMgrは、当該事業の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、事業内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、基本計画を見直す等の対応を行う。

### (4) 委託先等以外の第三者の土地に設置した資産の処分方法

研究開発項目⑧においては委託先等以外の第三者の土地に拠点整備インフラを設置する予定である。第三者の土地に設置した資産であっても、委託先は、委託事業終了後、有償により、NEDOに帰属する資産をNEDOから譲り受けることとなっている(約款第20条の2①)。ただし、以下の要件を満たすものに限り、委託事業内における当該資産の解体撤去を実施できる。

・事業目的達成後に、取得資産を設置した第三者の敷地等の速やかな原状回復を必要とし、かつ、その時点で利活用できない資産(機能が著しく低下している、移設するとその機能を失う等、物理的に使用できない資産)である場合

(5) その他

最新の技術動向や政策上の必要性に鑑み、必要に応じた研究開発項目の追加や見直しを行うことがある。本事業の実施を通じて、イノベーションの担い手として重要な若手研究員及び女性研究員の育成や中堅・中小・ベンチャー企業等を支援することとする。

6. 基本計画の改定履歴

(1) 2016年1月

基本計画制定。

(2) 2016年4月

3. 研究開発の実施方式 (1) 研究開発実施体制 研究開発項目③、④ 1) と2)、⑤のPMの変更。

5. 評価に関する事項、研究開発項目④ 5) 中間評価、事後評価の年度を1年後ろ倒し。

別紙 研究開発項目④ 5) の3. 達成目標、中間目標年度と最終目標年度を1年後ろ倒し。

研究開発スケジュールは研究期間を1年延長し、中間評価と事後評価を1年後ろ倒し。

(3) 2016年9月

5. 評価に関する事項、研究開発項目④ 5) 中間評価、事後評価の年度を1年後ろ倒ししたが、当初計画通りに戻す。

別紙 研究開発項目④ 5) の3. 達成目標、中間目標年度と最終目標年度を1年後ろ倒ししたが、当初計画通りに戻す。

研究開発スケジュールは研究期間を1年延長し、中間評価と事後評価を1年後ろ倒ししたが、当初計画通りに戻す。

(4) 2017年2月

1. 研究開発の目的・目標・内容の (2) 研究開発の目標並びに (3) 研究開発の内容に、研究開発項目④次世代火力発電基盤技術開発6) 石炭火力の競争力強化技術開発、7) CO<sub>2</sub>有効利用技術開発及び研究開発項目⑦次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発の内容を追加した。

3. 研究開発の実施方式のPM及びPLを追記・修正した。

5. 評価に関する事項の①及び⑥の実施時期を修正し、並びに④1)、5)の前倒しの区分を明確化し、④6)、7)、⑦を追加した。

6. その他の重要事項の (1) 委託事業成果の取扱い③知的財産権の帰属に知財マネジメント適用プロジェクト名を追記した。

(5) 2017年5月

3. 研究開発の実施体制 (1) 研究開発実施体制 研究開発項目②の1)

と2)及び④の6)のPMの変更。

(6) 2017年6月

研究開発項目④の1) 3. 達成目標に中間目標を設定し、2017年度に中間評価を実施する。

(7) 2018年2月

1. 研究開発の目的・目標・内容の(3)研究開発の内容のうち、研究開発項目①の2)、3)の補助率を変更した。また、研究開発項目④次世代火力発電基盤技術開発8)流動床ガス化燃焼を応用した石炭利用技術開発、9)機動性に優れる広付加帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究の内容を追加した。また、研究開発項目④次世代火力基盤技術開発1)次世代ガス化システム技術開発を、研究開発項目⑤に統合し、研究開発項目⑤の名称を変更した。

3. 研究開発の実施方式のPM及びPLを追記・修正した。

5. 評価に関する事項の④1)、6)、8)、9)の評価時期を追記・修正した。

6. その他の重要事項の(1)委託事業成果の取扱い③知的財産権の帰属に注釈を追記した。

(8) 2018年7月

3. 研究開発の実施方式(1)研究開発実施体制 研究開発項目④2)、8)のPMの変更、及び、研究開発項目④5)のPLの変更、研究開発項目④6)のPLの記載変更。別紙 研究開発項目⑥ 1. 研究開発の必要性、2. 具体的研究内容にかかる記載を一部変更した(バイオマスに係る記載の追記)。

(9) 2018年9月

3. 研究開発の実施方式において、研究開発項目①及び研究開発項目④7)、9)のPLの変更、4. 研究開発の実施期間の変更、5. 評価に関する事項の研究開発項目①の中間評価時期及び事後評価時期の変更、研究開発項目④2)の評価時期変更、研究開発項目④5)の事後評価を削除。6. その他の重要事項のデータマネジメントに係る運用に研究開発項目①3)を追記。また、別紙 研究開発項目①について、期間の延長及び、2)CO<sub>2</sub>分離・回収型酸素吹IGCC実証の最終目標を詳細な記載に変更。別紙 研究開発項目④9)について、目標値を補足。研究開発スケジュール表の修正。

(10) 2019年1月

1. 研究開発の目的・目標・内容の(3)研究開発の内容において、研究開発項目②1)の補助率の変更。5. 評価に係る事項において、研究開発項目⑦の中間評価の追加及び事後評価時期の変更、研究開発項目④8)の前倒し事後評価時期の変更。別紙 研究開発項目④8)の実施期間の変更。



別紙 研究開発項目④ 9) の最終目標を詳細な記載に変更。別紙 研究開発項目⑥の 2. 具体的研究内容に燃料多様化に係る記載を追記。別紙 研究開発項目⑦の実施期間の変更及び中間目標の策定、最終目標年度の変更。研究開発スケジュール表の修正。

(1 1) 2019 年 7 月

和暦から西暦へ表記修正。3. 研究開発の実施方式において、研究開発項目④ 6)、7)、9)、⑤及び⑦の PM の変更。5. 評価に関する事項において、研究開発項目④ 3)、4) の中間評価の追加及び研究開発項目④ 2)、3)、4) の事後評価時期の変更。別紙 研究開発項目④ 3)、4) について、実施期間の延長、中間目標の策定及び最終目標の修正。研究開発項目⑥の文言修正。研究開発スケジュール表の修正。その他誤記修正。

(1 2) 2020 年 2 月

改訂： 基本計画の名称変更、基本計画「クリーンコール技術開発」の統合による記載内容の移管、1. 研究開発の目的・目標・内容 (1) (2) において内容の追加、1. 研究開発の目的・目標・内容 (3) 研究開発の内容及び 2. 研究開発の実施方式 (1) 研究開発の実施体制において名称変更と項目の追加、3. 研究開発の実施期間において期間変更及び追加、4. 評価に関する事項において評価時期の変更及び追加、5 (1) ④知財マネジメントに係る運用⑤データマネジメントに係る運用において対象研究開発項目の追加、研究開発項目④ 3) 4) において中間評価結果反映のため最終目標を追記。研究開発項目⑧⑨の追加、研究開発項目⑩の移管。

(1 3) 2020 年 3 月

5. その他重要事項 (4) 委託先等以外の第三者の土地に設置した資産の処分方法、(5) その他において追記。

(1 4) 2020 年 7 月

2. 研究開発の実施方式 (1) 研究開発の実施体制 研究開発項目② 2) ④ 3)、4)、8) ⑧、⑨の PM と研究開発項目④ 8) の名称を変更。別紙 研究開発項目④ 8) 1. 研究開発の必要性、2. 具体的研究内容、3. 達成目標の記載から噴流床ガス化技術に係る記載を追加 別紙 研究開発項目⑤ 2. 具体的研究内容の記載から噴流床ガス化技術 (ポリジェネレーション) に係る記載を削除。研究開発スケジュール表の修正。その他誤記修正。

(1 5) 2020 年 9 月

2. 研究開発の実施方式 (1) 研究開発の実施体制 研究開発項目①、④ 6)、⑧の PM を変更、④ 4) の PL を変更、⑧と⑨の PL に関する記載を削除。

(1 6) 2020 年 10 月

2. 研究開発の実施方式 (1) 研究開発の実施体制 研究開発項目①、⑧

のPMを変更。

(17) 2021年1月

1. 研究開発の目的・目標・内容(1)(2)において内容の追加、1. 研究開発の目的・目標・内容(3) 研究開発の内容及び2. 研究開発の実施方式(1) 研究開発の実施体制において項目の追加、3. 研究開発の実施期間において期間変更、4. 評価に関する事項において評価時期の変更及び追加、5 (1) ④知財マネジメントに係る運用⑤データマネジメントに係る運用において対象研究開発項目の追加、研究開発項目①2) の内容拡充、研究開発項目①4) 5)、⑨4) の追加。研究開発項目⑪の追加。

(18) 2021年5月、2. 研究開発の実施方式(1) 研究開発実施体制 研究開発項目④3)、4)、6)、7) 及び8)、研究開発項目⑦、研究開発項目⑩のPMの変更。

(19) 2021年6月

1. 研究開発の目的・目標・内容(3) 研究開発項目⑨3) における項目名の変更。別紙 研究開発項目⑨3) の項目名の変更及び内容の拡充。

(20) 2021年7月

5. その他の重要事項(1) 委託事業成果の取扱い④知財マネジメントに係る運用及び⑤データマネジメントに係る運用における対象研究開発項目の変更。

(21) 2022年3月

1. 研究開発の目的・目標・内容(1)(2)において内容の追加、1. 研究開発の目的・目標・内容(3) 研究開発の内容及び2. 研究開発の実施方式(1) 研究開発の実施体制において項目の追加、3. 研究開発の実施期間において期間変更及び記載の追加、4. 評価に関する事項において評価時期の変更及び追加、5 (1) ④知財マネジメントに係る運用、⑤データマネジメントに係る運用において対象研究開発項目の追加。別紙において、研究開発項目⑦、研究開発項目⑧、研究開発項目⑨、研究開発項目⑪において期間変更及び研究開発項目⑫、研究開発項目⑬の追加。

(22) 2022年8月

2. 研究開発の実施方式(1) 研究開発の実施体制における部署名の変更。別紙研究開発項目⑥2. の組織名の修正。

(23) 2022年11月

2. 研究開発の実施方式(1) 研究開発の実施体制における研究開発項目①、⑧、⑨、⑩、⑪、⑬のPMの変更、研究開発項目①のPLの変更。

(24) 2023年1月

1. 研究開発の目的・目標・内容(2) ②において内容の見直し、(3) において項目の追加及び補助フェーズの追加、4. 評価に関する事項において評価時期の変更、5 (1) ④知財マネジメントに係る運用及び⑤データマネジメントに係る運用において対象研究開発項目の追加。別紙において、研究開発項目①の追加、研究開発項目④6) 及び⑬において期間変更、研

研究開発項目⑥において文言修正、研究開発項目⑫において補助フェーズの追加。

(25) 2023年11月

2. 研究開発の実施方式 (1) 研究開発の実施体制における研究開発項目①、④8)、⑫のPMgrの変更。4. 評価に関する事項において評価時期の修正。研究開発項目⑥の期間の修正。

(26) 2023年12月

1. 研究開発の目的・目標・内容 (1) ①において内容の見直し。4. 評価に関する事項において研究開発項目①、⑫の評価時期の修正、研究開発項目⑩を事業評価からプロジェクト評価に変更。研究開発項目⑫、⑬2)の期間の修正。

(27) 2024年3月

研究開発項目④6)の期間の修正。

(28) 2024年7月

組織改編に伴う部署名の変更。

(29) 2024年12月

1. 研究開発の目的・目標・内容 (3) 研究開発の内容において研究開発項目①に7)を追記。研究開発項目⑪、⑫、⑬のPMgrを変更。3. 研究開発の実施期間を見直し。4. 評価に関する事項において研究開発項目①、④8)、⑧、⑨1)3)、⑫の評価時期を修正。別紙において、研究開発項目①に7)の内容を追加。研究開発項目④8)においてフェーズ2の内容を追加。研究開発項目⑨2)の内容を追加。別紙において、研究開発項目④8)、研究開発項目⑧、研究開発項目⑨1)2)3)、研究開発項目⑫において期間変更及び研究開発項目①7)の追加。

(30) 2025年12月

2025年度の様式簡略化に伴い基本計画の様式を変更。1. 研究開発の目的・目標・内容 (1) 研究開発の目的及び (3) 研究開発の内容 を修正。2. 研究開発の実施方式 (1) 研究開発の実施体制にて研究開発項目①、④8)、⑧、⑨、⑬のPMgrを変更、(2) 研究開発の運営管理③、④の追加。3. 研究開発の実施期間にて研究開発項目⑥、⑧の実施期間を変更。4. 評価に関する事項において研究開発項目⑧、⑨2)、⑩の評価時期を修正。別紙において、各研究開発項目の目標設定の理由を追記。研究開発項目⑧、⑨2)の目標年度を修正。研究開発項目⑥、⑧の実施期間を修正。

## (別紙) 研究開発計画

## 研究開発項目① 「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」 [委託・補助事業]

## 1. 具体的研究内容

本事業では、石炭火力発電から排出される $\text{CO}_2$ を大幅に削減させるべく、究極の高効率石炭火力発電技術であるIGCC/IGFCと $\text{CO}_2$ 分離・回収を組み合わせた実証試験やバイオマス混合ガス化技術、調整能力の向上に資する技術の開発を行い、革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指す。

## 1) 酸素吹IGCC実証 (1/3 補助)

IGFCの基幹技術である酸素吹IGCCの実証試験設備により、性能（発電効率、環境性能）、運用性（起動停止時間、負荷変化率等）、経済性及び信頼性に係る実証を行う。

2)  $\text{CO}_2$ 分離・回収型酸素吹IGCC実証 (1/3, 2/3 補助)

酸素吹IGCC実証試験設備と $\text{CO}_2$ 分離・回収設備を組み合わせ、 $\text{CO}_2$ 分離・回収型石炭火力システムとしての性能、運用性、信頼性及び経済性に係る実証を行う。また、 $\text{CO}_2$ 分離・回収装置を追設した場合のIGCC運用性について実証を行う。更に、 $\text{CO}_2$ 分離・回収と組み合わせた $\text{CO}_2$ 液化プロセスを構築する。加えて、IGCCの負荷変動に対応した $\text{CO}_2$ 分離・回収装置とIGCC設備の運用性について実証を行う。

3)  $\text{CO}_2$ 分離・回収型IGFC実証 (1/2 補助)

$\text{CO}_2$ 分離・回収型酸素吹IGCCシステムと燃料電池を組み合わせ、石炭ガス化ガスの燃料電池への利用可能性を確認し、最適な $\text{CO}_2$ 分離・回収型IGFCシステムの実証を行う。

## 4) 信頼性向上、低コスト化 (1/3 補助)

酸素吹IGCCシステムの早期商用化を実現すべく、設備信頼性の向上及び経済性の改善に係る実証を行う。

5)  $\text{CO}_2$ 分離・回収負荷変動対応ガスタービン要素技術開発 (1/2 補助)

$\text{CO}_2$ 分離・回収型IGCCシステム及びIGFCシステムの $\text{CO}_2$ 分離・回収設備の負荷変動に対応すべく、 $\text{CO}_2$ 分離・回収負荷変動対応ガスタービンの環境性能、安定性、信頼性に係る要素技術開発を実施する。

6) CO<sub>2</sub>分離・回収型 I G C Cにおけるバイオマス混合ガス化技術開発（委託、1／2 補助）

石炭火力発電の更なる脱炭素化を目指し、CO<sub>2</sub>分離・回収型 I G C Cにおけるバイオマス燃料混合のための基礎的データの収集・分析、要素技術の開発を行うと共に、I G C Cシステム全体への影響を検証し、石炭バイオマス混合ガス化発電に必要な技術を確立する。

(a) 要素研究（委託）

燃料搬送及びガス化の各工程における石炭バイオマス混合燃料の挙動や特性、微量物質の影響に関する基礎データを収集する。

(b) 実用化研究（1／2 補助）

バイオマス混合ガス化試験を行い、バイオマス混合に適応した燃料供給システム、ガス化・チャーリサイクル手法、微量物質処理の各技術を開発するとともに、CO<sub>2</sub>分離・回収型 I G C C設備全体のシステム検証評価を行う。

7) CO<sub>2</sub>分離・回収型 I G C Cの調整能力の向上に資する技術開発（1／3、2／3 補助）

CO<sub>2</sub>分離・回収型 I G C Cの社会実装を進めるために、電力ネットワーク安定化のための需給調整力、化成品合成機能などの付加価値向上に資する技術の開発及び実証を行う。

(a) 電力ネットワーク安定化のためのCO<sub>2</sub>分離・回収型 I G C Cの開発（1／3 補助）

電力システムの急激な需給バランスの変動へ対応するためのガス化炉、ガスタービン及びCO<sub>2</sub>分離・回収設備の調整技術を確立するとともに、システムの出力変動に伴う各設備の耐久性を検証する。

(b) システム拡張によるCO<sub>2</sub>分離・回収型 I G C C付加価値向上技術開発（2／3 補助）

発電と余剰電力発生時の燃料等化成品合成を並列実施する付加価値向上システムへの機能拡張のための技術開発を実施する。

## 2. 達成目標

[実施期間]

- 1) 酸素吹 I G C C実証：2012年度～2018年度（うち2012年度～2015年度は経済産業省において実施）
- 2) CO<sub>2</sub>分離・回収型酸素吹 I G C C実証：2016年度～2022年度
- 3) CO<sub>2</sub>分離・回収型 I G F C実証：2018年度～2022年度
- 4) 信頼性向上、低コスト化：2021年度～2022年度

- 5) CO<sub>2</sub>分離・回収負荷変動対応ガスタービン要素技術開発：2021年度～2025年度
- 6) CO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCにおけるバイオマス混合ガス化技術開発：2023年度～2024年度
- 7) CO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCの調整能力の向上に資する技術開発：2025年度～2027年度

#### 1) 酸素吹IGCC実証

##### [中間目標（2017年度）]

(a) 発電効率：40.5%程度（送電端効率、高位発熱量基準）を達成する。

商用機の1/2～1/3倍の規模で、1300℃級ガスタービンを採用する実証試験設備により送電端効率（高位発熱量基準）40.5%を達成すれば、1500℃級ガスタービンを採用する商用機（石炭処理量2,000～3,000 t/d）で送電端効率約46%を達成する見通しが得られる。

(b) 環境性能：「SO<sub>x</sub> < 8 ppm」、「NO<sub>x</sub> < 5 ppm」、「ばいじん < 3 mg/Nm<sup>3</sup>」を達成する（O<sub>2</sub> = 16%）。

我が国における最新の微粉炭火力は世界的に見ても最高水準の環境諸元を達成しており、酸素吹IGCCを導入する場合には同等の環境諸元を達成することが求められる。

##### [最終目標（2018年度）]

(a) プラント制御性運用性：事業用火力発電設備として必要な運転特性及び制御性を確認する。

我が国における微粉炭火力はベースからミドル電源として運用されており、酸素吹IGCC商用機を導入する場合にも同等の制御性、運用性を確保する。

(b) 設備信頼性：商用機において年間利用率70%以上の見通しを得る。

我が国における微粉炭火力は年間利用率70%以上で運用されており、酸素吹IGCC商用機を導入する場合にも同等の設備信頼性を確保する。

(c) 多炭種適用性：灰融点の異なる数種類の炭種で適合性を確認する。

酸素吹IGCC商用機には、微粉炭火力に適合し難い灰融点の低い亜瀝青炭から、微粉炭火力に適合する比較的灰融点の高い瀝青炭までの適用炭種の広さが求められる。商用化に向け、実用化時期や日本への供給可能性も考慮に入れつつ、性能と経済性を評価する。

(d) 経済性：商用機において発電原価が微粉炭火力と同等以下となる見通しを得る。

国内外において酸素吹 I G C C 商用機の普及を促進するためには、発電原価を微粉炭火力と同等以下とすることが求められる。また、海外普及を目的としたマイルストーンを検討する。

## 2) CO<sub>2</sub>分離・回収型酸素吹 I G C C 実証

[中間目標 (2017年度)]

CO<sub>2</sub>分離・回収設備の詳細設計を完了する。

[中間目標 (2020年度)]

(a) 基本性能(発電効率)：新設商用機において、CO<sub>2</sub>を90%回収しつつ、発電効率40%(送電端効率、高位発熱量基準)程度の見通しを得る。

CO<sub>2</sub>回収時のエネルギーロスによる発電効率の低下という課題に対し、CO<sub>2</sub>を90%回収(全量ガス処理)しながらも、現状の微粉炭火力と同等レベルの発電効率40%程度の見通しを得る。これを実現するために、実証機プラントにおいて、CO<sub>2</sub>分離・回収にかかるエネルギー原単位「0.90 GJ/t-CO<sub>2</sub>(電気エネルギー換算)」を発電効率に係る性能として確認する。

(b) 基本性能(回収効率・純度)：CO<sub>2</sub>分離・回収装置における「CO<sub>2</sub>回収効率>90%」、「回収CO<sub>2</sub>純度>99%」を達成する。

革新的低炭素型石炭火力の実現のためにCO<sub>2</sub>分離・回収装置単体における回収効率は90%以上を目標とする。CO<sub>2</sub>地中貯留から求められる可能性があるCO<sub>2</sub>純度について、湿式物理吸収法を使って定常運転時、体積百分率99%以上を目標とする。

(c) プラント運用性・信頼性：CO<sub>2</sub>分離・回収型 I G C C システムの運用手法を確立し、信頼性を検証する。

商用機において、CO<sub>2</sub>分離・回収型酸素吹 I G C C システムを構築するには、プラントの起動停止や、発電所特有の負荷変動等に対し、I G C C 本体に追従したCO<sub>2</sub>分離・回収装置の運用手法を確立し、信頼性を検証する。また、生成ガスの全量をCO<sub>2</sub>分離した場合の I G C C 運転との相互影響やガスタービン性能についても検証する。

(d) 経済性：商用機におけるCO<sub>2</sub>分離・回収の費用原単位を評価する。

CO<sub>2</sub>分離・回収型酸素吹 I G C C を普及させるに当たっては、費用原単位評価が必要であり、CO<sub>2</sub>分離・回収装置建設時期や発電所敷地等の制約に応

じた評価を実施する。また、実用化・事業化に向けたマイルストーンを検討する。

(e) I G C C プラント運用性：

CO<sub>2</sub>分離・回収装置を追設した場合の I G C C 運転への影響を確認し、運用性を検証する。

[最終目標（2022年度）]

CO<sub>2</sub>液化プロセス開発：CO<sub>2</sub>分離・回収型 I G C C と CO<sub>2</sub>液化を組み合わせた場合の最適プロセスを構築する。

CO<sub>2</sub>分離・回収負荷変動対応 I G C C 運用性向上：I G C C の負荷変動に伴う CO<sub>2</sub>分離・回収設備の追従性を確認し、運用性を検証する。

3) CO<sub>2</sub>分離・回収型 I G F C 実証

[中間目標（2020年度）]

CO<sub>2</sub>分離・回収型 I G F C 実証設備の詳細設計を完了する。また、機器製作に着手する。

[最終目標（2022年度）]

500MW級の商業機に適用した場合に、CO<sub>2</sub>回収率90%の条件で、47%程度の発電効率（送電端効率、高位発熱量基準）達成の見通しを得る。

4) 信頼性向上、低コスト化

[最終目標（2022年度）]

信頼性向上により5,000時間以上の長期運転の達成、また経済性向上により早期商用化の見通しを得る。

5) CO<sub>2</sub>分離・回収負荷変動対応ガスタービン要素技術開発

[中間目標（2023年度）]

水素濃度の変動に対応した燃焼試験を開始する。

[最終目標（2025年度）]

CO<sub>2</sub>分離・回収の負荷変動に伴う、経時的な水素濃度変化に対応したガスタービン燃焼技術を確立する。



6) CO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCにおけるバイオマス混合ガス化技術開発  
[中間目標(2023年度)]

(a) 要素研究(委託)

IGCCシステムでの石炭とバイオマスの共ガス化技術の実現に求められる石炭バイオマス混合燃料の挙動や特性、微量物質の影響に関する基礎データを収集・分析し、石炭バイオマス混合比50%(熱量比)実現に向けた課題を抽出する。

(b) 実用化研究(1/2補助)

大規模IGCCシステムでの石炭とバイオマスの共ガス化技術の開発に向けた検討を開始する。

[最終目標(2024年度)]

IGCCシステムでのバイオマス混合燃料の粉体供給性能、ガス化性能及び微量物質挙動を評価し、(a)要素研究の結果も踏まえ、石炭バイオマス混合比50%(熱量比)に適用可能な石炭とバイオマスの共ガス化技術を開発する。

7) CO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCの調整能力の向上に資する技術開発

[中間目標(2026年度)]

(a) 電力ネットワーク安定化のためのCO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCの開発(1/3補助)

各負荷帯におけるガス化炉酸素比指標、ガスタービン燃焼指標(ガス組成)、CO<sub>2</sub>分離回収設備のガス導入速度/H<sub>2</sub>リッチガス返送速度指標を定めるためのデータを取得する。また、需給バランスに応じたCO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCの増減負荷繰り返しを実施した際の各設備の耐久性を評価する。

(b) システム拡張によるCO<sub>2</sub>分離・回収型IGCC付加価値向上技術開発(2/3補助)

発電と燃料等化成品合成を並列実施する付加価値向上システムを構築するため、燃料等化成品製造システムの選定及び現地フィールド試験条件を策定する。

(目標設定の理由)

最終目標達成に向けて、中間年度において研究開発の成否や達成度を測定・判断できるものとして設定。

[最終目標（2027年度）]

（a）電力ネットワーク安定化のためのCO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCの開発（1／3補助）

増減負荷率16％／分に対応可能なガス化炉酸素比調整手法、ガスタービン燃焼調整手法、CO<sub>2</sub>分離回収設備のガス導入／H<sub>2</sub>リッチガス返送手法等のCO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCの制御技術を確立する。

（b）システム拡張によるCO<sub>2</sub>分離・回収型IGCC付加価値向上技術開発（2／3補助）

将来のバイオマス混合ガス化組み合わせることによる付加価値向上システムでのカーボンニュートラル燃料等化成品製造システムについて、以下の取り組みを行うことで見通しを得る。

- ①燃料等化成品併産システム特有の技術的な課題を抽出し、その解決策を検討。
- ②燃料等化成品併産システム大型化、生産プロセスの最適化に向けた開発ロードマップを検討。
- ③将来導入時の経済性・環境性を評価。（建設費、運転保守費用、販売収入、CO<sub>2</sub>削減効果など）

（目標設定の理由）

2023年度中間評価分科会における「IGFCに先んじてCO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCの実用化を優先して推進すべき」との指摘を受け、本事業では、2030年までのCO<sub>2</sub>分離・回収型IGCC社会実装を目指すこととしている。また、社会実装を加速させるためには投資予見性を高めることが重要となり、具体的には需給調整市場での収益機会を得ることや、カーボンニュートラル燃料等化成品などの付加価値の高い製品を市場に提供することによる運転維持費低減が必要となる。よって、2027年度までに電力ネットワーク安定化と付加価値向上の課題を解決し、調整力の高いCO<sub>2</sub>分離・回収型IGCCの運用システムの見通しを得ることを目標とした。

## 研究開発項目② 「高効率ガスタービン技術実証事業」 [補助事業]

### [実施期間]

1700℃級ガスタービン：2012年度～2020年度（うち2012年度～2015年度は経済産業省において実施）

高温分空気利用ガスタービン（AHAT）：2012年度～2017年度（うち2012年度～2015年度は経済産業省において実施）

### 1. 具体的研究内容

#### 1) 1700℃級ガスタービン

1700℃級ガスタービンにおける性能向上、信頼性向上に関する要素技術開発を実施する。例として、製造技術・検査技術の開発、超高温高負荷タービンの信頼性向上、過酷環境下でのデータ取得のための特殊計測技術開発等を実施する。また、1700℃級での実証運転時における特殊計測の実施、試運転データの評価・分析を行い、商用化の検討を実施する。

#### 2) AHAT

AHATシステムについては、ユーザーニーズとしてミドル運用以上（年間50回以上の起動・停止）における長期信頼性が求められていることから、既存40MW級総合試験装置の改造による実証機製作、実証試験による長期信頼性評価を実施する。また、実証機試験結果を用いて商用機化の検討を実施する。

### 2. 達成目標

#### 1) 1700℃級ガスタービン

[中間目標（2018年度）]

1700℃級ガスタービンの性能向上、信頼性向上に関する要素技術開発により、商用機に適用できる見通しを得た上で、設計・製作の仕様を決定する。

[最終目標（2020年度）]

1700℃級ガスタービンの実証試験データの取得、及び評価を実施し、送電端効率57%達成（高位発熱量基準）の見通しを得る。

#### 2) AHAT

[最終目標（2017年度）]

実証機を用いた試験により、長期信頼性の実証として以下を達成する。

- ・ミドル運用（年間50回以上の起動・停止）の2倍である年間100回以上の起動・停止での実証試験を実施し、等価運転時間 10,000時間以上を確保する。

(等価運転時間とは、起動・停止等の機械装置の寿命を考慮し、同等の連続運転時間とみなせる運転時間)

研究開発項目③ 「先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発」 [補助事業]  
[実施期間] 2008年度～2016年度（うち2008年度～2015年度は経済産業省において実施）

## 1. 研究開発の具体的内容

### （1）システム設計、設計技術

基本設計、配置最適化、経済性の試算

### （2）ボイラ要素技術

700℃級候補材料について、耐久試験により、10万時間の長期信頼性を確保する

### （3）タービン要素技術

大型鋼塊の製造性を確認するとともに10万時間の長期信頼性を確保する

### （4）高温弁要素技術

実缶試験・回転試験に組み込み、信頼性を確認する

### （5）実缶試験・回転試験

実缶試験、回転試験により、ボイラ要素及びタービン要素の信頼性の実証を行う。

## 2. 達成目標

[最終目標（2016年度）]

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送電端熱効率46%（高位発熱量基準）達成の技術的見通しを得る。

## 研究開発項目④ 「次世代火力発電基盤技術開発」 [委託・補助事業]

### 1) 次世代ガス化システム技術開発 [委託事業]

[実施期間] 2015年度～2018年度（うち2015年度はNEDOゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクトにて実施）

#### 1. 具体的研究内容

次世代高効率石炭ガス化発電システムについて、冷ガス効率及び送電端効率の向上並びに実用化に向けた技術開発を実施する。

酸素吹石炭ガス化においては、ガス化炉にガス化剤として酸素を供給して石炭を部分燃焼させ、石炭を熱分解しているが、投入された石炭が一部燃焼して消費されること、酸素製造装置等の所内動力の増加により送電端効率が低下することが効率向上のための課題となっている。

そこで、熱分解の一部を、ガスタービン排熱を利用して作る水蒸気を用いた石炭ガス化反応に置き換えることにより、冷ガス効率の向上を図るとともに、酸素供給量の低減を図り、送電端効率の向上を目指す。

これまでのシミュレーションによる検討結果では、①噴流床型IGCCガス化炉への高温の水蒸気の注入による冷ガス効率及び送電端効率の向上、②エネルギー効率の高い酸素製造技術を組み込んだIGCCシステムの構築による更なる送電端効率の向上、の可能性があることが分かった。そこで、これらの可能性を検証及び評価するため、以下の項目を実施する。

##### (1) 水蒸気添加による冷ガス効率向上効果の検証

噴流床型ガス化炉への高温の水蒸気の注入による冷ガス効率の向上について、小型ガス化炉での検証を行う。

##### (2) エネルギー効率の高い酸素製造装置の適用性評価

エネルギー効率の高い酸素製造装置の適用性を評価する。

##### (3) IGCCシステム検討

エネルギー効率の高い酸素製造装置を組み込んだIGCCの最適化システム試設計及び経済性検討を行う。

冷ガス効率の向上及び試設計を踏まえて、送電端効率を精査する。

#### 2. 達成目標

[中間目標（2017年度）]

既存のIGCC（1500℃級GTで送電端効率46～48%）を凌ぐ高効率石炭ガス化発電システムの見通しを得るため、小型ガス化炉による水蒸気添加ガス化試験方法を確立する。

[最終目標（2018年度）]

既存のIGCC（1500℃級GTで送電端効率46～48%）を凌駕する高効率石炭ガス化発電システムの見通しを得る。

2018年度以降については研究開発項目⑤CO<sub>2</sub>回収型クローズドIGCC技術開発と統合して、新名称 研究開発項目⑤CO<sub>2</sub>回収型次世代IGCC技術開発とする。

#### 研究開発項目④ 「次世代火力発電基盤技術開発」

##### 2) 燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ技術要素研究〔委託事業〕

〔実施期間〕2015年度～2017年度（うち2015年度はNEDOゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクトにて実施）

#### 1. 具体的研究内容

燃料電池用ガス精製技術と燃料電池を組み合わせ、石炭ガス化ガスの模擬ガス試験により燃料電池の被毒耐性を確認する。また、特定された被毒成分に対して、成分を許容レベルまで除去するガス精製技術を検討し、模擬ガスによる性能評価を行う。

#### 2. 達成目標

〔最終目標（2017年度）〕

- ・模擬ガス試験により燃料電池の被毒耐性を評価する。
- ・模擬ガス試験により燃料電池用ガス精製技術性能を評価し、ガス精製技術を確立する。



研究開発項目④ 「次世代火力発電基盤技術開発」

3) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発 [委託事業]

[実施期間] 2016年度～2021年度

1. 具体的研究内容

小型GTF C（1,000kW級）の商用化及び量産化を進め、SOF Cのコスト低減を図る。さらに、中小型GTF C（10万kW）の要素技術を開発し、中小型GTF Cの技術実証に活用する。

2. 達成目標

[中間目標（2019年度）]

中小型GTF C（10万kW）の要素技術を開発する。

- ・ 高圧SOF Cモジュールを開発する。
- ・ ガスタービンとの関係技術を確立する（燃焼器、燃料／空気差圧制御系、排燃料・排空気・空気抽気）。

[最終目標（2021年度）]

中小型GTF C（10万kW）の要素技術を確立する。

- ・ 燃料電池の高性能化による中小型GTF Cシステムの最適化を行う。
- ・ 小型GTF C（出力1,000kW級）において、57%LHV（低位発熱量基準）の発電効率（送電端）の見通しを得る。

## 研究開発項目④ 「次世代火力発電基盤技術開発」

### 4) 燃料電池石炭ガス適用性研究 [委託事業]

[実施期間] 2016年度～2021年度

#### 1. 具体的研究内容

##### (1) I G F Cシステムの検討

国内外における高温型燃料電池及びI G F Cの技術開発動向をレビューすることにより、最新情報を入手し、I G F Cの実用化に向けた課題の整理を行う。商用機システムとして、CO<sub>2</sub>分離・回収を行わないI G F CとCO<sub>2</sub>分離・回収型I G F Cについて、ケーススタディを行い、送電端効率とコストの試算を行う。I G F Cの実用化に向けた課題、商用化システムの検討結果及び(2)の成果を踏まえて、I G F C実証システムについて検討を行い、実証機の容量を決定のうえ、試設計を行う。

##### (2) 燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究

石炭ガス燃料の適用性試験に供する高温型燃料電池モジュールについては、天然ガス燃料で既に実用化されている燃料電池モジュールとする。本試験に係る設計、製作、据付け等を行い、まず、天然ガスを燃料とした試運転を行う。次いで、天然ガスをH<sub>2</sub>リッチガスに改質した燃料を用い、燃料電池モジュールの運用性、性能等を把握するとともに、天然ガス燃料の場合との比較から課題を抽出する。さらに、石炭ガス化の実ガスを燃料として、燃料電池の被毒成分をガス精製によりクリーンアップしたうえで燃料電池モジュールに供給し、その運用性、性能等を把握するとともに、石炭ガス適用時の課題を抽出する。さらに、これまで実績のない石炭ガスによる運転を行うことから、燃料電池セル及びモジュール内部構造への影響を把握するため、装置の解体調査を行い、石炭ガス適用時の課題を抽出する。

#### 2. 達成目標

##### (1) I G F Cシステムの検討

[最終目標 (2019年度)]

I G F C実証機の容量を決定し、実証機の試設計を完了する。

##### (2) 燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究

[中間目標 (2019年度)]

H<sub>2</sub>リッチガスを燃料とした場合の燃料電池モジュールの基本性能を確認するとともに、発電性能を最適化するための運用性を確立する。また、石炭ガスを燃料とした場合の燃料電池モジュールの基本性能を確認する。

[最終目標（2021年度）]

石炭ガスを燃料とした場合の燃料電池モジュールの運用性と性能を把握し、課題を抽出する。また、石炭ガス適用時の燃料電池出力変化率を天然ガスと同等の1%/min程度とする石炭ガス化炉連係システムを構築する。

## 研究開発項目④ 「次世代火力発電基盤技術開発」

### 5) CO<sub>2</sub>分離型化学燃焼石炭利用技術開発〔委託事業〕

[実施期間] 2015年度～2017年度（うち2015年度はNEDOゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクトにて実施）

#### 1. 具体的研究内容

従来、石炭の燃焼時の排気ガス又は石炭ガス化プラントの石炭ガス化ガスからのCO<sub>2</sub>分離・回収に当たっては、この過程における多くのエネルギー損失が課題となっているが、CO<sub>2</sub>分離型化学燃焼石炭利用技術においては、酸素キャリアとなる金属を媒体とする石炭の燃焼反応と金属の酸化反応を二つの反応器で別個に発生させることにより、CO<sub>2</sub>の分離・回収装置及び空気分離装置が不要となり、エネルギー損失のないCO<sub>2</sub>の分離・回収が可能である。

さらに、CO<sub>2</sub>分離型化学燃焼石炭火力発電は、流動床燃焼技術を用いることから多様な燃料（低品位炭、バイオマス等）が活用でき、IGCCやA-USCが大規模プラントであるのに対して、中小規模プラント（10～50万kW）におけるCO<sub>2</sub>の分離・回収に適しているといった特長がある。

しかしながら、実用化に向けては、酸素キャリアのコスト抑制及び反応塔の小型化に向けた酸素キャリアの反応性の向上という課題がある。

そこで、有望な酸素キャリアの評価と選定並びにプラント構築を目的として、以下の項目を実施する。

##### (1) 酸素キャリアの評価と選定

酸素キャリアの反応性、耐久性及び流動性等について要素試験にて評価を行い、コストを踏まえて選定する。

##### (2) プラント試設計及び経済性検討

酸素キャリアの反応性からプロセス解析を行うとともに酸素キャリアの流動や循環を検討し、プラント試設計を行う。この結果をもとに経済性検討を行う。

##### (3) ベンチ試験装置によるプロセス検証

酸素キャリアの反応性、耐久性及び流動性等並びに流動や循環を含むプラントの成立性を検証するため、ベンチ試験装置を製作し、試験・評価を行う。

#### 2. 達成目標

[中間目標（2017年度）]

分離・回収コスト1,000円台/t-CO<sub>2</sub>を見通せるキャリアを選定する。

[最終目標（2020年度）]

分離・回収コスト1,000円台/t-CO<sub>2</sub>を見通せるCO<sub>2</sub>分離型化学燃焼石炭火力発電システムを提示する。

2017年度の中間評価で、中間目標は達成したものの「データ解釈の精密化と実用的な設計提案の立案についてより深く検討する」ことが求められたことから、研究開発体制を見直す必要があると考えた。従って2017年度で本研究を中止し、研究開発の内容を見直し、ラボ試験を行いデータを蓄積し精度向上を図ると共に、実用的な設計立案に向け、実機設計技術の確立を目指した要素研究を「研究開発項目④8）流動床ガス化燃焼技術を応用した石炭利用技術開発」で実施する。

研究開発項目④ 「次世代火力発電基盤技術開発」

6) 石炭火力の負荷変動対応技術開発 [委託事業]

[実施期間] 2017年度～2024年度

1. 具体的研究内容

負荷変動対応に伴う事故リスクと保守コスト低減に必要な故障予知・寿命予測等の保守技術及び石炭火力発電による調整力の一層の確保と信頼性・運用性を向上させるための先進的な技術開発を実施する。

2. 達成目標

[中間目標 (2020年度)]

長期保守契約 (L T S A) 等に寄与できる各種モニタリング・センシング・解析等の要素技術を確立する。

[最終目標 (2024年度)]

負荷変動対応に伴う事故リスクと保守コスト低減に必要な故障予知・寿命予測等の保守技術及び石炭火力発電による調整力の一層の確保と信頼性・運用性を向上させるための先進的な技術の見通しを得る。

研究開発項目④ 「次世代火力発電基盤技術開発」

7) CO<sub>2</sub>有効利用技術開発〔委託事業〕

〔実施期間〕2017年度～2021年度

1. 具体的研究内容

短～中期において大規模且つ高濃度のCO<sub>2</sub>（99%以上）を、エネルギーとして工業的に活用可能な技術開発を実施する。一例として、メタネーション技術については石炭火力発電所等から回収した高濃度CO<sub>2</sub>の適用性を評価する。

2. 達成目標

〔最終目標（2021年度）〕

事業終了時に本事業として実施するCO<sub>2</sub>有効利用技術の適用性を確認する。一例としては、将来的に天然ガス代替では0.9円～1.4円/MJ（LHV）を見通す経済性を評価する。

#### 研究開発項目④ 「次世代火力発電基盤技術開発」

8) CO<sub>2</sub>分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発[委託・補助事業]  
[実施期間] 2020年度～2027年度

##### 1. 具体的研究内容

CO<sub>2</sub>分離・回収型ポリジェネレーションシステムを構築可能な技術として、流動床ガス化燃焼技術と噴流床ガス化技術がある。

##### (1) 流動床ガス化燃焼技術の適用

流動床ガス化燃焼技術は、流動床技術をベースとして、空気燃焼塔、揮発分（可燃性ガス）反応塔、燃料反応塔（ガス化）で構成され、流動材（酸素キャリア）を媒介として空気燃焼塔で流動材を酸化し、酸化された流動材を揮発分反応塔、石炭反応塔に供給し、酸化された流動材の酸素を用いて燃料をガス化し、発生した可燃性ガスを燃焼させるシステムで、窒素が燃料反応塔に同伴されないことから、石炭を燃料とする場合は燃焼後、CO<sub>2</sub>、水蒸気、ばいじんとなる。ばいじんを集塵機で捕集し、ガス温度を下げることで水蒸気を凝縮するとCO<sub>2</sub>ガスのみが分離・回収できる。

本技術は中小規模（数MW～100MW級）の発電プラントにも適用でき、多様な燃料（低品位炭、バイオマス、有機廃液等）に活用できる。また、水素反応器を追加することにより、水素併産が期待できる。また、別置きCO<sub>2</sub>分離・回収装置や空気分離装置が不要であることから、エネルギー損失がないCO<sub>2</sub>分離・回収及び水素製造が可能となる。

具体的研究内容としては、水素併産に最適な流動材の選定及びシステム開発、プラント構成の最適化を実施し、流動床ガス化燃焼を適用した火力発電設備設計技術確立のための研究開発を実施する。例えば、流動材を利用した水素製造技術の最適化、バイオマス及び有機廃液燃焼の適用性、長期運転における課題検討などを実施する。

##### (2) 噴流床ガス化技術の適用

酸素吹き石炭ガス化においては、ガス化炉にガス化剤として酸素を供給して石炭を部分燃焼させ、石炭を熱分解しているが、投入された石炭が一部燃焼して消費されること、酸素製造装置等の所内動力の増加により送電端効率が低下することから、熱分解の一部をガスタービン排熱等を利用して作る水蒸気を用いた石炭ガス化反応に置き換えることにより、冷ガス効率の向上を図るとともに酸素供給量の低減を図り、送電端効率の向上が可能となる。このようなO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O吹き噴流床ガス化技術をベースとし、燃料として石炭だけでなく炭素系廃棄物等を利用することでCO<sub>2</sub>排出量を削減し、化学品を併産することでCO<sub>2</sub>分離・回収コストの低減が期待できる。



具体的研究内容としては、炭素系廃棄物燃焼の適用性検証、ガス化ガスからの化学合成技術の選定、システム構成の最適化を実施し、噴流床ガス化技術を適用した火力発電設備設計・導入技術確立のための研究開発を実施する。

[第一フェーズ]

(1) ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術開発（流動床ガス化燃焼技術の適用）

(2) 多様な燃料を利用するCO<sub>2</sub>回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発（噴流床ガス化技術の適用）

[第二フェーズ]

ケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーション技術の実用化に向けた研究開発（流動床ガス化燃焼技術の適用）

## 2. 達成目標

[第一フェーズ]

[中間目標（2022年度）]

CO<sub>2</sub>分離・回収型ポリジェネレーションシステムの実証設備設計に必要な要素技術の確立に目途をつける。

[最終目標（2024年度）]

CO<sub>2</sub>分離・回収型ポリジェネレーションシステムにより分離・回収コスト1,000円台/t-CO<sub>2</sub>を見通せる火力発電設備の設計技術確立及び経済性を評価する。

[第二フェーズ]

[中間目標（2026年度）]

多様な燃料を用いて、導入先を想定したCO<sub>2</sub>分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術確立に向けて必要なデータの取得または実証試験実施に目途をつける。

(目標設定の理由)

最終目標達成に向けて、中間年度において研究開発の成否や達成度を測定・判断できるものとして設定。

[最終目標（2027年度）]

導入先を想定したCO<sub>2</sub>分離・回収型ポリジェネレーションシステムの成立性ならびに、CO<sub>2</sub>分離・回収コストを含む全体システムの経済性を評価し、課題抽出・解決策検討及び開発ロードマップの検討といった実用化の見通しを明確化する。

（目標設定の理由）

CO<sub>2</sub>分離・回収型ポリジェネレーションシステムの社会実装のためには、原料の調達から、アウトプットとしての水素、化成品、CO<sub>2</sub>の供給までをサプライチェーンに組み込むための導入先を含めて検討する必要がある。よって本フェーズでは、実際の導入先を想定し、用途拡大可能性の評価を含めて全体システムを検討し、実用化の見通しを得ることを目標とした。

#### 研究開発項目④ 「次世代火力発電基盤技術開発」

9) 機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の要素研究[委託事業]  
[実施期間] 2018年度～2021年度

##### 1. 具体的研究内容

急速起動・出力変動時のGTCCの安定運転の実現に向け、GTの数値解析技術、材料技術、燃焼技術、制御技術、冷却・シール技術などの要素技術開発を行う。具体的には、試験設備を用いて、燃焼器の急速起動・燃焼負荷変動・ターンダウン等の試験、軽量化したタービンロータの設計と翼の試作、クリアランスや冷却・シール空気の能動制御機構の設計等を行い、実証に進める目処を得る。

並行して、発電事業者にとって重要となる設備信頼性の確保に向けて、合理的な設備保守技術の開発研究に取り組むとともに、実機レトロフィットによる機器実証の準備を行う。

表 先行研究で設定されたGTCCとしての目標性能

|              | 起動時間<br>(ホットスタート) | 出力変化<br>速度 | 1/2 負荷における定格からの効率低下 (相対値) | 最低出力<br>(一軸式) |
|--------------|-------------------|------------|---------------------------|---------------|
| 開発目標         | 10 分              | 20 %/分     | 10 %                      | 10 %          |
| (参考)<br>現状性能 | 60 分              | 5 %/分      | 15 %                      | 45% 程度        |

##### 2. 達成目標

[最終目標 (2021年度)]

- ・先行研究で設定した目標性能 (上表) を実現する目処を得るために、実規模の燃焼器を設計・試作し、単缶実圧燃焼試験により、無負荷から定格まで5分で到達すること、最低負荷条件においても安定燃焼が可能であることを確認する。

- ・急速起動、出力変化速度向上、最低負荷引き下げ、部分負荷時の効率低下抑制を含む、GTCCシステムとしての運転制御技術とGT後流 (HRSG-蒸気タービン側) の成立性・性能評価、急速起動に寄与する動翼・ロータの軽量化については、実プラントの設計に反映できる目処を得る。

- ・合理的な設備運用保守を行うために、従来の考え方からの違いを整理する。

- ・対象GTCCと他の調整力電源 (揚水発電、蓄電池など) の経済性を比較評価し、事業として成立するための課題を整理する。

- ・既存設備のレトロフィットによる実証研究計画を立案し、実証試験の仕様を明らかにする。

研究開発項目⑤ 「CO<sub>2</sub>回収型次世代IGCC技術開発」 [委託事業]  
[実施期間] 2015年度～2020年度（うち2015年度はNEDOゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクトにて実施）

### 1. 具体的研究内容

本技術開発においてはCO<sub>2</sub>回収型クローズドIGCCの開発、水蒸気を添加した次世代ガス化システム及び両技術の相乗効果確認を実施する。とりわけ相乗効果については、既存のIGCCへ両要素技術の適用性についても効果を検証する。クローズドIGCCシステムは、排ガスCO<sub>2</sub>を一部系統内にリサイクルすることにより、CO<sub>2</sub>回収型石炭ガス化発電システムの効率を大幅に向上することのできる、世界でも例のない次世代IGCCシステムである。本システムは高効率に加え、CO<sub>2</sub>の100%回収が可能であるため、CO<sub>2</sub>を排出しないゼロエミッション石炭火力の実現が期待できる。また、次世代ガス化システムは、冷ガス効率及び送電端効率の向上並びに実用化に向けた技術開発に向けて、酸素吹石炭ガス化においては、ガス化炉にガス化剤として酸素を供給して石炭を部分燃焼させ、石炭を熱分解しているが、投入された石炭が一部燃焼して消費されること、酸素製造装置等の所内動力の増加により送電端効率が低下することが効率向上のための課題となっていることから、熱分解の一部を、ガスタービン排熱を利用して作る水蒸気を用いた石炭ガス化反応に置き換えることにより、冷ガス効率の向上を図るとともに、酸素供給量の低減を図り、送電端効率の向上を目指す。CO<sub>2</sub>回収型クローズドIGCCの実現に向けては、2008年度から2014年度まで実施した「CO<sub>2</sub>回収型次世代IGCC技術開発」において、石炭投入量3 t/dの小型ガス化炉を活用し、送電端効率42%（高位発熱量基準）以上を達成可能とする基盤技術を開発してきた。

本事業では、この基盤技術開発の成果を活用し、実機により近い大型のサイズのガス化炉において検証を行い、システム実現に向け、基盤技術をより確実な技術として発展させるとともに、他のCO<sub>2</sub>分離・回収技術と比較した本システムの経済的優位性を確認することを狙いとする。

具体的には、石炭投入量50 t/d規模のガス化炉を用いた、O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>ガス化技術の実証や乾式ガス精製システムの実証といった高効率発電を可能とする各要素技術を開発する。また、セミクローズドGTについては、燃焼試験とCFD解析を通し、実スケールの燃焼器の特性評価を行う。

次世代ガス化システムのこれまでのシミュレーションによる検討結果では、①噴流床型IGCCガス化炉への高温の水蒸気の注入による冷ガス効率及び送電端効率の向上、②エネルギー効率の高い酸素製造技術を組み込んだIGCCシステムの構築による更なる送電端効率の向上、の可能性があったことが分かった。そこで、これらの可能性を検証及び評価するため、以下の項目を実施する。

#### （1）水蒸気添加による冷ガス効率向上効果の検証

噴流床型ガス化炉への高温の水蒸気の注入による冷ガス効率の向上について、小型ガス化炉での検証を行う。

(2) エネルギー効率の高い酸素製造装置の適用性評価

エネルギー効率の高い酸素製造装置の適用性を評価する。

(3) I G C C システム検討

エネルギー効率の高い酸素製造装置を組み込んだ I G C C の最適化システム試設計及び経済性検討を行う。

冷ガス効率の向上及び試設計を踏まえて、送電端効率を精査する。

また、両技術の相乗効果確認及び既存の I G C C へ適用した場合の効果を検証する。

## 2. 達成目標

[中間目標 (2017年度)]

CO<sub>2</sub>回収型クローズド I G C C については、送電端効率42% (高位発熱量基準) を見通すための要素技術確立の目途を得る。

次世代ガス化システムについては、既存の I G C C (1500℃級GTで送電端効率46~48%) を凌ぐ高効率石炭ガス化発電システムの見通しを得るため、小型ガス化炉による水蒸気添加ガス化試験方法を確立する。

[最終目標 (2020年度)]

CO<sub>2</sub>回収型クローズド I G C C については、2019年度までに送電端効率42% (高位発熱量基準) を見通すための要素技術を確立する。

次世代ガス化システムについては、2018年度までに既存の I G C C (1500℃級GTで送電端効率46~48%) を凌駕する高効率石炭ガス化発電システムの見通しを得る。

両技術の相乗効果として、2020年度までにCO<sub>2</sub>回収型クローズド I G C C の目標効率から更に0.5ポイント程度の向上の見通しを得る。

研究開発項目⑥ 「カーボンリサイクル・次世代火力推進事業」 [委託事業]  
[実施期間] 2016年度～2027年度

1. 具体的研究内容

最新の技術動向や社会情勢、社会ニーズに合わせ、国内外の火力発電技術分野及びカーボンリサイクルにおける最新技術の普及可能性、技術開発動向、産業間連携等の調査や、新規技術開発シーズ発掘のための調査を実施する。また、IEA/FBC (Fluidized Bed Conversion)、等に参画し、技術情報交換・各種技術情報収集を行うとともに、国内関係者への情報提供を行う。また、今後の国際市場における日本の火力発電所受注に向けて、高い競争力を発揮できる戦略及びビジネスモデルを構築する。さらに、低コスト高効率次世代火力発電システム実現に向けた検討や次世代火力発電における燃料多様化（バイオマス、アンモニア等）のための調査及び先導研究を進める。また、カーボンリサイクルにおいては、要素技術検討のための共通基盤技術開発及び実用化に時間を要するものの、将来、大きなCO<sub>2</sub>削減量が見込まれる技術開発を進める。

1) カーボンリサイクル技術の共通基盤技術開発

要素技術検討のための共通基盤技術開発及び実用化に時間を要するものの、将来、大きなCO<sub>2</sub>削減量が見込まれる技術開発を進める。

2) 産業間連携によるカーボンリサイクル技術実装推進事業

CO<sub>2</sub>排出源と利用先を結ぶ産業間連携を通じ、カーボンリサイクル技術の社会実装を加速することを目的とし、CO<sub>2</sub>回収・輸送・利用の最適化に向けた調査や、地域特性に応じたサプライチェーンモデルの構築を行う。大規模集積型から中小規模分散型まで幅広い産業構造を対象に、低コストで効率的なCO<sub>2</sub>利用を実現し、脱炭素社会の基盤形成を目指す。

3) カーボンリサイクルにおけるCO<sub>2</sub>分離・回収技術の最適化調査

CO<sub>2</sub>分離・回収技術の低コスト化と効率化を目指し、火力発電や工場排ガスなど多様な排出源に対応し、固体吸収材や膜分離法などの先進技術の最適化を行うとともに、社会実装に向けた課題抽出を行う。

2. 達成目標

[最終目標（2027年度）]

火力発電技術分野において、CO<sub>2</sub>排出量低減、環境負荷低減及び国際競争力の強化を図るために必要となる基礎的情報や、最新情報の収集・解析及び将来における次世代火力の技術開発や導入可能性について、関連技術の適応性、課題等の調

査を行うとともに、海外との協力を通して我が国の優れたCCTの導入に向けた取組を行うことで、国内外における我が国技術の社会実装に向けた課題を整理する。

カーボンリサイクル分野において、先導研究や調査の成果を俯瞰して、関連技術の経済性や導入可能性、CO<sub>2</sub>削減効果に関する基礎的情報や課題、産業間連携に関する社会実装に向けた課題等を整理する。

（目標設定の理由）

2023年6月に経済産業省が策定した「カーボンリサイクルロードマップ」において、カーボンリサイクルは、産業活動から排出されるCO<sub>2</sub>を可能な限り低減した上でなお排出される残余CO<sub>2</sub>を適切にマネジメントする、脱炭素化に向けた重要な取組の一つとされている。カーボンリサイクルにおいては、早期の技術確立、コスト低減と普及を目指し、技術開発や実証を推進するとともに、CO<sub>2</sub>排出者と利用者を安定・効率的に連携するマネジメントの役割やシステム構築に向けた検討が求められている。CO<sub>2</sub>を新たな有価物に転換する技術の社会実装を図ることで、2050年時点での最大CO<sub>2</sub>リサイクル量約2億～1億トンというロードマップ指標の達成に資するものとして、本目標を設定した。

研究開発項目⑦ 「次世代技術の早期実用化に向けた信頼性向上技術開発」〔補助事業〕

〔実施期間〕2017年度～2022年度

### 1. 研究開発の具体的内容

#### （1）高温材料信頼性向上試験

信頼性向上のため、クリープ疲労試験、異種材料溶接部健全性評価、材料データベースの拡充、表面処理技術開発等を実施する。

#### （2）保守技術開発

タービンロータ超音波探傷試験（UT検査）等の精度向上、高効率化、適用箇所の拡大を目的とした非破壊検査技術開発を実施する。

### 2. 達成目標

〔中間目標（2019年度）〕

長時間クリープ疲労試験、材料データベースの拡充については、各種データの取得を行い、2021年度末までの試験計画を策定する。

表面処理技術開発等の高温材料信頼性向上及びタービンロータ超音波探傷試験（UT検査）精度向上等の保守技術については、技術確立の見通しを得る。

〔最終目標（2022年度）〕

事業終了時において送電端熱効率46%（高位発熱量基準）達成可能な商用プラントへ適用する長時間クリープ疲労試験、材料データベースの拡充、表面処理技術開発等の高温材料信頼性向上及びタービンロータ超音波探傷試験（UT検査）精度向上等の保守技術を確立する。

### 3. その他重要事項

本事業については、他の事業との連携を図りながら、ユーザー及び外部有識者等の意見を適切に反映し、着実な運営を図る。情報発信及び知財化についても、技術の流出防止と適宜知財化を適切に補助先へ指導する。



研究開発項目⑧「CO<sub>2</sub>有効利用拠点における技術開発」 [委託・補助事業]  
[実施期間] 2020年度～2029年度

1. 具体的研究内容

1) CO<sub>2</sub>有効利用拠点化推進事業

CO<sub>2</sub>が得られる広島県大崎上島を研究拠点に、複数の企業や大学等が要素技術開発及び実証試験等を行うための拠点化に向けた検討及び整備を行い、拠点の運営業務、要素技術開発及び実証試験の総括的な評価等を行う。

2) 研究拠点におけるCO<sub>2</sub>有効利用技術開発・実証事業

カーボンリサイクル製品の社会実装に向けて、製造プロセスの最適化、効率化を図るため、広島県大崎上島の研究拠点において、CO<sub>2</sub>有効利用に係る要素技術開発及び実証試験を実施する。

2. 達成目標

[中間目標（2022年度）]

複数の企業や大学等が要素技術開発及び実証試験等を行うための拠点化に向けた検討及び整備を行う。また、CO<sub>2</sub>有効利用に係る要素技術開発を行い、実現可能性を検討し、拠点候補地で行うべき事業を選定する。

[中間目標（2026年度）]

当該拠点化に向けた追加整備を必要に応じて行う。また、CO<sub>2</sub>有効利用に係る要素技術開発や実証試験を行い、実施済の要素技術開発等についてCO<sub>2</sub>有効利用技術の経済性、CO<sub>2</sub>削減効果等を評価する。

(目標設定の理由)

2023年6月に経済産業省が策定したカーボンリサイクルロードマップで示されているとおり、2030年頃からのカーボンリサイクル製品の普及に向けては、水素の調達環境や技術成熟度等を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進めることが必要であるとともに市場投入や海外展開を見据え、CO<sub>2</sub>削減効果（環境価値）についてLCA等の観点を含め、意識することが重要であるため。

[最終目標（2029年度）]

CO<sub>2</sub>有効利用に係る要素技術開発や実証試験を行い、2029年度まで実施した要素技術開発等についてCO<sub>2</sub>有効利用技術の経済性、CO<sub>2</sub>削減効果等を評価する。

(目標設定の理由)

2026年度中間目標と同様に、2023年6月に経済産業省が策定したカーボンリサイクルロードマップで示されているとおり、2030年頃からのカーボンリサイクル製品の普及に向けては、水素の調達環境や技術成熟度等を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進めることが必要であるとともに市場投入や海外展開を見据え、CO<sub>2</sub>削減効果（環境価値）についてLCA等の観点を含め、意識することが重要であるため。

研究開発項目⑨ 「CO<sub>2</sub>排出削減・有効利用実用化技術開発」[委託・補助事業]

1) 化学品へのCO<sub>2</sub>利用技術開発

[実施期間] 2020年度～2029年度

### 1. 具体的研究内容

CO<sub>2</sub>を原料とした化学品の合成において、CO<sub>2</sub>と水素あるいは合成ガスから一段で直接オレフィンを合成する技術や、CO<sub>2</sub>と水素あるいは合成ガスからBTX（ベンゼン・トルエン・キシレン）等を製造する技術の開発、CO<sub>2</sub>分離・回収技術とメタノール合成技術とを一体化させたシステムの技術の開発等が必要である。これらについて高効率な製造技術の開発や、全体システムの最適化を行い、適用条件の明確化や事業性の検討を行う。

### 3. 達成目標

[中間目標（2022年）]

CO<sub>2</sub>を原料とした化学品合成の各技術について、要素技術開発及び全体システムの構築を行う。

[中間目標（2026年度）]

CO<sub>2</sub>を原料とした化学品合成の各技術について技術開発もしくは実証研究を実施し、全体システムを最適化するとともに、プロセス全体のCO<sub>2</sub>削減効果及び経済性評価を実施する。

（目標設定の理由）

2023年6月に経済産業省が策定したカーボンリサイクルロードマップにおいて、①水素の調達環境や技術成熟度等を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進める必要があること、②カーボンリサイクル技術の評価には、LCAの視点が重要であり、分析・検証を行うこと、等が記載されており、本目標は、最終目標達成に向けて、中間年度において研究開発の成否や達成度を測定・判断できるものとして設定したものである。

[最終目標（2029年度）]

CO<sub>2</sub>の排出源や製品の用途等に応じた適用技術の実用化の見通しを得て、化学品に関するカーボンリサイクル技術の社会実装に向けたシナリオを明確にする。

（目標設定の理由）

2023年6月に経済産業省が策定したカーボンリサイクルロードマップにおいて、2030年頃からのカーボンリサイクル製品の普及に向けて、①水素の調達環境や技術成熟度等を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進める必要があること、②カーボンリサイクル技術の評価には、LCAの視点が重要であり、分析・検証を行うこと、等が記載されており、本目標は、化学品分野における2030年頃のカーボンリサイクル技術の実用化の推進、将来のカーボンリサイクル技術の社会実装に資するものである。

## 2) 液体燃料へのCO<sub>2</sub>利用技術開発

[実施期間] 2020年度～2029年度

### 1. 具体的研究内容

CO<sub>2</sub>を原料とした既存の液体化石燃料（ガソリン、軽油等）の代替品となり得る液体燃料（微細藻類由来のバイオ燃料を除く）製造に関するFT合成やその他合成反応など製造プロセスの改善などを通じ、CO<sub>2</sub>を有効利用しつつ、その排出削減を目指す技術開発を行う。

### 2. 達成目標

[中間目標（2022年）]

CO<sub>2</sub>を原料とした液体燃料合成の各技術について、要素技術開発及び全体システムの構築を行う。

[中間目標（2026年度）]

CO<sub>2</sub>を原料とした液体燃料合成の各技術について技術開発もしくは実証研究を実施し、全体システムを最適化するとともに、プロセス全体のCO<sub>2</sub>削減効果及び経済性評価を実施する。

（目標設定の理由）

2023年6月に経済産業省が策定したカーボンリサイクルロードマップにおいて、①水素の調達環境や技術成熟度等を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進める必要があること、②カーボンリサイクル技術の評価には、LCAの視点が重要であり、分析・検証を行うこと、等が記載されており、本目標は、最終目標達成に向けて、中間年度において研究開発の成否や達成度を測定・判断できるものとして設定したものである。

[最終目標（2029年度）]

CO<sub>2</sub>の排出源や製品の用途等に応じた適用技術の成果の整理を行い、液体燃料製造に関するスケールアップや製造・エネルギー効率アップ、負荷変動対応を可能とするカーボンリサイクル技術に目途を付け、2030年代の実用化社会実装の見通しを得る。

（目標設定の理由）

2023年6月に経済産業省が策定したカーボンリサイクルロードマップにおいて、①水素の調達環境や技術成熟度等を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進める

必要があること、②カーボンリサイクル技術の評価には、L C Aの視点が重要であり、分析・検証を行うこと、等が記載されており、本目標は、液体燃料分野におけるカーボンリサイクル技術の実用化の推進、将来のカーボンリサイクル技術の社会実装に資するものである。

### 3) コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへのCO<sub>2</sub>利用技術開発

[実施期間] 2020年度～2029年度

#### 1. 具体的研究内容

鉄鋼スラグ、廃コンクリート、石炭灰等の産業副産物、廃鋳物、海水（かん水）等からの有効成分(CaやMgの化合物)の分離や微粉化等の前処理の省エネ化、湿式プロセスにおける省エネ化、安価な骨材や混和材等の開発及び炭素・炭化物の生成技術などの要素技術を開発する。また、CO<sub>2</sub>発生源から製造・供給までの一貫システム構築・プロセスの最適化、用途拡大と経済性の検討を行い事業性について検討する。

#### 2. 達成目標

[中間目標（2022年）]

コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへの各CO<sub>2</sub>利用技術について、要素技術開発及び全体システムの構築を行う。

[中間目標（2026年度）]

コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などへの各CO<sub>2</sub>利用技術について技術開発もしくは実証研究を実施し、全体システムを最適化するとともに、プロセス全体のCO<sub>2</sub>削減効果及び経済性評価を実施する。

（目標設定の理由）

2023年6月に経済産業省が策定したカーボンリサイクルロードマップにおいて、①水素の調達環境や技術成熟度を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進める必要があること、②カーボンリサイクル技術の評価には、LCAの視点が重要であり、分析・検証を行うこと、等が記載されており、本目標は、最終目標達成に向けて、中間年度において研究開発の成否や達成度を測定・判断できるものとして設定したものである。

[最終目標（2029年度）]

CO<sub>2</sub>の排出源や製品の用途等に応じた適用技術の実用化の見通しを得て、コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物などに関するカーボンリサイクル技術の社会実装に向けたシナリオを明確にする。

2023年6月に経済産業省が策定したカーボンリサイクルロードマップにおいて、2030年頃からのカーボンリサイクル製品の普及に向けて、①水素の調達

環境や技術成熟度等を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進める必要があること、②カーボンリサイクル技術の評価には、L C Aの視点が重要であり、分析・検証を行うこと、等が記載されており、本目標は、鉱物（コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物等）分野における2030年頃のカーボンリサイクル技術の実用化の推進、将来のカーボンリサイクル技術の社会実装に資するものである。



#### 4) 気体燃料へのCO<sub>2</sub>利用技術開発

[実施期間] 2021年度～2026年度

##### 1. 具体的研究内容

CO<sub>2</sub>を原料とした気体燃料製造技術においては、触媒長寿命化や活性マネジメント、熱マネジメント、スケールアップ検討、電解技術等を活用した基盤技術等の開発が必要である。これらについて高効率な製造技術の開発や全体システムの最適化、またそれらを通じた低コスト化検討等を行う。

##### 2. 達成目標

[中間目標（2023年）]

CO<sub>2</sub>を原料とした気体燃料製造の各技術について、要素技術開発及び全体システムの構築を行う。

（目標設定の理由）

2023年6月に経済産業省が策定したカーボンリサイクルロードマップにおいて、①水素の調達環境や技術成熟度を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進める必要があること、②カーボンリサイクル技術の評価には、LCAの視点が重要であり、分析・検証を行うこと、等が記載されており、本目標は、最終目標達成に向けて、中間年度において研究開発の成否や達成度を測定・判断できるものとして設定したものである。

[最終目標（2026年度）]

CO<sub>2</sub>の排出源や製品の用途等に応じた適用技術の成果の整理を行い、気体燃料に関するカーボンリサイクル技術の実用化の見通しを得る。

（目標設定の理由）

2023年6月に経済産業省が策定したカーボンリサイクルロードマップにおいて、①水素の調達環境や技術成熟度を踏まえつつ、各製品分野における可能な限り早期の技術確立、低コスト化、普及を目指し、技術開発や実証を進める必要があること、②カーボンリサイクル技術の評価には、LCAの視点が重要であり、分析・検証を行うこと、等が記載されており、本目標は、気体燃料分野におけるカーボンリサイクル技術の実用化の推進、将来のカーボンリサイクル技術の社会実装に資するものである。

研究開発項目⑩ 「石炭利用環境対策事業」 [委託・補助事業]  
[実施期間] 2016年度～2025年度

1. 具体的研究内容

石炭利用に伴い発生する環境影響の低減等に貢献する技術の開発を行う。

1) 石炭利用環境対策推進事業

石炭利用時に必要な環境対策に関わる調査を実施する。また、今後のCCT開発を効率的に支援するコールバンクの拡充及び石炭等の発熱性に係る調査・技術開発を行う。

石炭灰の発生量や有効利用に関する実態調査等を行う。具体的には、国内石炭灰排出量・利用量を把握するとともに、海外の石炭灰利用技術及び利用状況等を調査する。また、石炭等の燃焼灰利用及び削減に係る技術開発を行う。

さらに、石炭ガス化溶融スラグ有効利用技術を開発し、工業製品として規格化することにより、スラグ製品として新しい販路を開拓し、石炭等の燃焼灰有効利用の用途を広げる。

2) 石炭利用技術開発

石炭等の燃焼灰の利用用途拡大に関する技術開発を行う。

セメントを使用しないフライアッシュコンクリート製造技術の開発を実施する。加えて、低品位フライアッシュの硬化体原材料としての適用範囲を把握し、有望視される用途（土木分野、建築分野、環境分野等）に適した硬化体製造技術を確立する。

石炭ガス化溶融スラグを利用したコンクリート構造物を製造し、強度、組成、耐久性などに関する評価試験を実施し、信頼性・性能の確認を行う。また、コンクリートを使用する際のガイドラインとなる設計・施行指針を作成する。

2. 達成目標

[中間目標（2019年度）]

1) 石炭利用環境対策推進事業

石炭利用環境対策に関わる調査、コールバンクの拡充及び石炭等の発熱性を把握することにより、石炭の有効利用技術の確立に向けた知見を得る。

石炭等の燃焼灰の有効利用、及び削減に寄与する技術の確立に向けた知見を得る。また、新たな石炭ガス化溶融スラグ有効利用技術を開発し、工業製品としての規格化の見通しを得る。

石炭の有効利用に資する国内石炭灰排出量・利用量等の共通基盤データを取りまとめる。

2) 石炭利用技術開発

石炭等の燃焼灰の利用拡大技術として、セメントを使用しないフライアッシュコンクリート製造技術を確立し、製品化に向けた用途を提案する。

[中間目標（2022年度）]

1）石炭利用環境対策推進事業

石炭等の発熱性を把握すると共に、石炭管理の指針に資する知見を得る。石炭等の燃焼灰の有効利用、削減及び用途拡大に寄与する技術の確立に向けた知見を得る。

2）石炭利用技術開発

石炭等の燃焼灰の利用拡大技術として、セメントを使用しないコンクリート製造技術を確立、製品性能の見通しを得る。また、石炭ガス化溶融スラグを使用したコンクリートの信頼性・性能を示し、また設計・施工指針を作成するための知見を得る。

（目標設定の理由）

本研究開発項目を計画した際は、事業目標達成に向けた最終目標として2022年度に本目標を設定していた。

[最終目標（2025年度）]

1）石炭利用環境対策推進事業

石炭利用環境対策に関わる調査、及び石炭等の発熱性を把握することにより、石炭の有効利用技術確立の見通しを得る。

石炭等の燃焼灰の有効利用、及び削減及び用途拡大に寄与する技術確立の見通しを得る。

また、新たな石炭ガス化溶融スラグ有効利用技術を開発し、工業製品としての規格化の見通しを得る。

石炭の有効利用に資する国内石炭灰排出量・利用量等の共通基盤データを取りまとめる。

2）石炭利用技術開発

石炭等の燃焼灰の利用拡大技術として、セメントを使用しないフライアッシュコンクリート製造技術を確立し、製品化に向けた用途を提案する。加えて、石炭ガス化溶融スラグを使用したコンクリートの信頼性・性能を示し、設計・施行指針を作成する見通しを得る。

（目標設定の理由）

2021年10月に策定された「第6次エネルギー基本計画」において、石炭火力は将来的な減少が想定されているが、調整電源としての役割を担うことから当

面の間石炭利用が見込まれることが示された。当時、石炭利用を継続して行うには、石炭の自然発熱性の把握、石炭等の燃焼灰の新たな有効活用方法の開発、セメントをしないフライアッシュコンクリートの開発について、新たに解決すべき課題が顕在化したため、事業を2025年度まで延長し、最終目標を設定した。

研究開発項目⑪「アンモニア混焼火力発電技術研究開発・実証事業」〔委託・補助事業〕

〔実施期間〕2021年度～2024年度

### 1. 具体的研究内容

火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用技術を実証すべく、設備費、運転費並びにアンモニアの製造・輸送コストを考慮した経済性検討、実証試験に必要な技術検討などを実施する。

1) 要素研究〔委託事業〕

2) 実証研究〔補助事業（1／2補助）〕

※1)の実施者を公募した後の、1)から2)への移行の可否は、外部有識者で構成される委員会の審査（ステージゲート審査）を経て決定する。

### 2. 達成目標

〔中間目標（2023年）〕

火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用技術の見通しを得る。

〔最終目標（2024年度）〕

火力発電等におけるアンモニアの燃料としての利用技術を確立する。

研究開発項目⑫  $\text{CO}_2$ 分離・回収技術の研究開発〔委託・補助事業〕  
〔実施期間〕2018年度～2029年度  
(2021年度までは「CCUS研究開発・実証関連事業」において実施)

## 1. 具体的研究内容

### (1) 先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発【2019年度終了】

$\text{CO}_2$ の分離・回収技術の一つである化学吸収法のうち、高効率な回収が可能な「アミンを固体に担持した固体吸収材」について、燃焼排ガスを対象としたプラント試験設備を用いた実用化研究を行う。

### (2) 先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究

石炭火力発電所の燃焼排ガスに最適化された、固体吸収材移動層システムの研究開発を行う。

固体吸収材移動層システムの $\text{CO}_2$ 分離・回収試験を実施するために、移動層パイロットスケール試験設備(40 t- $\text{CO}_2$ /d規模)について、設計・建設・運転等を行う。また、固体吸収材の性能向上を図るとともに、固体吸収材の大量製造技術、移動層システムにおける $\text{CO}_2$ 分離・回収等の各工程にかかるプロセスシミュレーション技術等、 $\text{CO}_2$ 固体吸収法に関わる基盤技術開発を行い、石炭火力発電所からの実燃焼排ガスを用いて、固体吸収法による石炭燃焼排ガスへの適用性を研究する。

#### 1) 要素研究〔委託事業〕

#### 2) 実証研究〔補助事業(1/2補助)〕

### (3) 二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発【2021年度終了】

石炭ガス化複合発電等で発生する比較的高い圧力を有するガスから $\text{CO}_2$ を分離・回収するのに有効な分離膜技術について、実ガスを用いた実用化研究を行う。

### (4) 二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発

火力発電所等で発生するガスから $\text{CO}_2$ を分離・回収するのに有効な膜分離技術について、 $\text{CO}_2$ 濃度10%を超える実ガスに適用可能な分離膜モジュール及び分離膜システムの実用化研究を行う。

また、 $\text{CO}_2$ 分離・回収プロセスと $\text{CO}_2$ 利用プロセスの統合を考慮した膜分離技術の研究開発を行う。

## 2. 達成目標

### (1) 先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発

〔最終目標〕2019年度

CO<sub>2</sub>分離・回収エネルギーを1.5 GJ/t-CO<sub>2</sub>を達成する固体吸収材・システムを開発する。

## (2) 先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究

### 〔中間目標〕 2022年度

移動層パイロットスケール試験設備すべての機器の据付、受電を完了し、石炭火力発電所煙道から移動層パイロットスケール試験設備へ実燃焼排ガスを導入し、CO<sub>2</sub>を分離し回収出来ることを確認する。

固体吸収材のスケールアップ製造技術開発を行い、パイロット試験開始に必要な固体吸収材の供給を完了する。また、移動層シミュレーションによる実ガス試験での最適運転条件を提示する。

### 〔中間目標〕 2026年度

石炭燃焼排ガスに適用する固体吸収材移動層システムについて、石炭火力発電所に設置のパイロットスケール試験設備を用いて、大量製造した固体吸収材によるCO<sub>2</sub>の分離・回収特性を明らかにすると共に、プロセスシミュレーションに基づく運転条件の調整を行い、実燃焼排ガスから連続的にCO<sub>2</sub>を分離・回収できることを確認する。

### (目標設定の理由)

最終目標達成に向けて、中間年度において研究開発の成否や達成度を測定・判断できるものとして設定。

### 〔最終目標〕 2029年度

石炭火力発電所の負荷調整運用などを踏まえた固体吸収材移動層システムの運転最適化を図ると共に、長期間にわたるシステム安定運用、固体吸収材の不純物耐久性、分離・回収されたCO<sub>2</sub>の組成調整など、実機適用に求められる固体吸収法を確立し、CO<sub>2</sub>分離・回収エネルギー1.5 GJ/t-CO<sub>2</sub>の目途を得る。

### (目標設定の理由)

2023年6月に経済産業省が策定したカーボンリサイクルロードマップにおいて、CO<sub>2</sub>分離・回収はCO<sub>2</sub>を化学品、燃料、鉱物等に再利用するための共通技術であり、カーボンリサイクルの社会実装に向けての必須項目であることが示されている。その個別技術の一つである「固体吸収法」については、CO<sub>2</sub>分離・回収コスト2000円/kgが2030年目標とされており、その達成に求められる所要エネルギー1.5 GJ/t-CO<sub>2</sub>に向けた実機規模の技術開発および運転実証を進める必要がある。さらに、固体吸収法のCO<sub>2</sub>分離・回収運転を確実に実施するためには、プラントシステムの運用方法・制御ロジック

を確立させることに加えて、火力発電所などでの長期運用を想定した運転安定性試験を実施して、包括的な経済性評価のためのデータを取得する必要がある。これらの達成のために本目標を設定した。

### (3) 二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発【2021年度終了】

〔最終目標〕2021年度

石炭ガス化複合発電等で発生する比較的高い圧力を有するガスからのCO<sub>2</sub>分離・回収エネルギーについて、実用化段階（数百万t-CO<sub>2</sub>/年規模を想定）で回収エネルギー0.5GJ/t-CO<sub>2</sub>以下を達成する分離膜技術を開発する。

### (4) 二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発

〔中間目標〕2022年度

実用化段階で想定される条件下でCO<sub>2</sub>分離・回収に用いることができる分離膜材料の設計方針の見通しを得て、評価設備による性能検証を開始する。

〔中間目標〕2026年度

比較的高い圧力を有するガスからのCO<sub>2</sub>分離・回収エネルギーが0.5GJ/t-CO<sub>2</sub>以下を達成できるための見通しを得る。また耐久性やメンテナンス性など、実用化に必要と想定される膜性能を達成できる見通しを得る。

（目標設定の理由）

最終目標達成に向けて、中間年度において研究開発の成否や達成度を測定・判断できるものとして設定。

〔最終目標〕2029年度

CO<sub>2</sub>濃度10%を超える燃焼ガスやプロセスガスに適合する分離膜材料を組み入れた実機規模の二酸化炭素分離膜システムを構築し、実ガスからのCO<sub>2</sub>分離・回収エネルギー0.5GJ/t-CO<sub>2</sub>以下を達成する。

（目標設定の理由）

カーボンリサイクルロードマップには、CO<sub>2</sub>分離・回収の個別技術として、「膜分離法」についても示されている。膜分離法のCO<sub>2</sub>分離・回収コスト1000円台の目標達成に求められる所要エネルギー0.5GJ/t-CO<sub>2</sub>に向け、材料開発およびプロセス化検討を進める必要がある。さらに、分離膜によるCO<sub>2</sub>分離・回収を実現するためには、適用先に応じたシステム構築を行うことに加えて、実ガスへの適用性試験を実施して、耐久性評価のためのデータを取得する必要がある。これらの達成のために本目標を設定した。



研究開発項目⑬「火力発電負荷変動対応技術開発・実証事業」〔委託・補助事業〕

1) 機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電の技術開発・実証研究  
〔委託・補助事業〕

〔実施期間〕2023年度～2026年度

## 1. 具体的研究内容

急速起動・出力変動時のG T C Cの安定運転の実現に向け、発電事業者が抱える現状ガスタービンの課題に対し、本事業の要素研究にて確立した燃焼技術、制御技術、数値解析技術等を中心とした要素研究の成果を、発電事業者の設備投資コストをできるだけ抑えた形で実用化する検討を実施し、最低負荷の引き下げや出力変化速度改善の検証等を行う。

1) 要素研究〔委託事業〕

2) 実証研究〔補助事業（1／2補助）〕

※1)の実施者を公募した後の、1)から2)への移行の可否は、外部有識者で構成される委員会の審査（ステージゲート審査）を経て決定する。

## 2. 達成目標

〔最終目標（2026年度）〕

機動性に優れる広負荷帯高効率ガスタービン複合発電について、実証設備での目標性能達成の目途を得る。

（目標設定の理由）

2025年2月に策定された「第7次エネルギー基本計画」において、火力発電は、再生可能エネルギー等による出力変動や周波数変動を補う調整力、系統の安定性を保つ慣性力・同期化力等として重要な役割を担っていることから、負荷変動対応や機動性に優れた火力技術開発等に取り組む必要性が謳われている。調整力電源の安定性維持に貢献する機動性に優れるガスタービン複合発電に適用する技術について、実証設備での目標性能達成の目途を得ることで、既存設備への適用を対象とした社会実装を促進し、火力発電の運用性向上に資するため、本目標を設定した。

## 2) 石炭火力の負荷変動対応技術開発・実証研究〔委託・補助事業〕

〔実施期間〕2024年度～2026年度

### 1. 具体的研究内容

火力発電による調整力の一層の確保と信頼性・運用性を向上させるために、機動性に優れる広負荷帯高効率発電用ボイラに関する技術開発・実証研究を実施する。

#### 1) 要素研究〔委託事業〕

#### 2) 実証研究〔補助事業（1／2補助）〕

※1)の実施者を公募した後の、1)から2)への移行の可否は、外部有識者で構成される委員会の審査（ステージゲート審査）を経て決定する。

### 2. 達成目標

〔最終目標（2026年度）〕

負荷変動対応に伴う事故リスクと保守コスト低減に必要な故障予知・寿命予測等の保守技術及び火力発電による調整力の一層の確保と信頼性・運用性を向上させるための先進的な技術の社会実装に向けた見通しを得る。

#### （目標設定の理由）

2025年2月に策定された「第7次エネルギー基本計画」において、火力発電は、再生可能エネルギー等による出力変動や周波数変動を補う調整力、系統の安定性を保つ慣性力・同期化力等として重要な役割を担っていることから、負荷変動対応や機動性に優れた火力技術開発等に取り組む必要性が謳われている。石炭火力において、出力変動による大きな機械的負荷に耐える高い設備信頼性及び負荷変動対応能力を確保することにより、調整力の確保等の電力システムの柔軟性の向上に資するため本目標を設定した。

◇中間評価、 ◆終了時評価



| 年度(西暦)   | 1982 | ～ | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
|--|------|---|----|----|----|----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 研究開発項目⑧<br>CO <sub>2</sub> 有効利用拠点における技術<br>開発(委託・助成)                   |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      | ◇    |      |      |      | ◇    |      |      |      |
|  |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|  |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 研究開発項目⑨<br>CO <sub>2</sub> 排出削減・有効利用実用化<br>技術開発(委託・助成)                 |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1) 化学品へのCO <sub>2</sub> 利用技術<br>開発(委託・助成)                              |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      | ◇    |      |      |      | ◇    |      |      |      |
| 2) 液体燃料へのCO <sub>2</sub> 利用<br>技術開発(委託・助成)                             |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      | ◇    |      |      |      | ◇    |      |      |      |
| 3) コンクリート、セメント、炭<br>酸塩、炭素、炭化物などへ<br>のCO <sub>2</sub> 利用技術開発(委<br>託・助成) |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      | ◇    |      |      |      | ◇    |      |      |      |
| 4) 気体燃料へのCO <sub>2</sub> 利用<br>技術開発(委託・助成)                             |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      | ◇    |      |      |      | ◆    |      |      |
| 研究開発項目⑩<br>石炭利用環境対策事業(委託・<br>助成)                                       |      |   |    |    |    |    |    | ◇    |      |      | ◇    |      |      |      |      | ◆    |      |      |
| 1) 石炭利用環境対策推進<br>事業(委託)  |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2) 石炭利用技術開発(2/<br>3補助)   |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 研究開発項目⑪<br>アンモニア混焼火力発電技術研<br>究開発・実証事業(委託・補助)                           |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 研究開発項目⑫<br>CO <sub>2</sub> 分離回収技術の研究開発<br>(※3)                         |      |   |    |    |    |    |    |      | ◇    |      | ◇    |      |      |      | ◇    |      |      |      |
| 1) 先進的二酸化炭素固体<br>吸収材実用化研究開発  |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2) 先進的二酸化炭素固体<br>吸収材の石炭燃焼排ガス<br>適用性研究                                  |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3) 二酸化炭素分離膜モ<br>ジュール実用化研究開発  |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 4) 二酸化炭素分離膜シ<br>ステム実用化研究開発   |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 研究開発項目⑬<br>火力発電負荷変動対応技術開<br>発・実証事業                                     |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1) 機動性に優れる広負荷<br>帯高効率ガスタービン複合<br>発電の技術開発・実証研究                          |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2) 石炭火力の負荷変動対<br>応技術開発・実証研究  |      |   |    |    |    |    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

※1 経済産業省にて実施

※2 NEDOゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクトにて実施

※3 2021年度までは「CCUS 研究開発・実証関連事業」において実施