

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／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」

中間評価報告書（案）概要

目 次

|               |   |
|---------------|---|
| 分科会委員名簿 ..... | 1 |
| 評価概要（案） ..... | 2 |
| 評点結果 .....    | 5 |

## はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／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」(中間評価)の研究評価委員会分科会(2020年6月22日)において策定した評価報告書(案)の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第63回研究評価委員会(2021年1月8日)にて、その評価結果について報告するものである。

2021年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発  
／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」分科会  
(中間評価)

分科会長 成瀬 一郎

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／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」

(中間評価)

分科会委員名簿

(2020年6月現在)

|                | 氏名                       | 所属、役職                                           |
|----------------|--------------------------|-------------------------------------------------|
| 分科<br>会長       | なるせ<br>成瀬<br>いちろう<br>一郎  | 名古屋大学 未来材料・システム研究所／大学院工学研究科機械システム工学 所長／教授       |
| 分科<br>会長<br>代理 | おがた<br>緒方<br>たかし<br>隆志   | 千葉工業大学 工学部 機械工学科 教授                             |
| 委員             | いはら<br>井原<br>いくお<br>郁夫   | 長岡技術科学大学大学院 工学研究科 機械創造工学専攻 専攻長／教授               |
|                | おおたに<br>大谷<br>としひろ<br>俊博 | 湘南工科大学 工学部 機械工学科 教授                             |
|                | おかべ<br>岡部<br>はるみ<br>治美   | 東京電力ホールディングス株式会社 経営技術戦略研究所 技術開発部 材料・化学エリア 主任研究員 |

敬称略、五十音順

# 「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／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」(中間評価)

### 評価概要 (案)

#### 1. 総合評価

当該プロジェクトは、日本のみならず、国内外、とりわけ新興国や途上国における新設・既設微粉炭ボイラの発電効率向上(微分的向上)と稼働率向上(積分的向上)の両者に貢献するものである。「微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術」及び「クリープボイド初期検出システムの開発」とともに、研究開発時点での電気事業のニーズは高く、研究成果が電気事業に貢献できる NEDO 事業として適切な研究テーマである。両テーマで現状の技術レベルを超える目標を設定し、中間評価時点で初期の目標を概ね達成できたことは評価できる。前者のテーマについては、この技術が実用化されれば、運転、補修、改造、建設(設計)等を計画する際に役立つ技術であり、市場ニーズは大きい。後者のテーマについても、ボイド密集を現場で定量的に評価できる可能性のある超音波計測装置を開発していることは高く評価できる。

一方で、前者のテーマについては、温度推定誤差が改善されたことにより、伝熱管の寿命診断に解析による温度推定法が活用されるか、活用されるためにどのようなアプローチがなされるのか、を明確にする必要がある。後者のテーマについては、クリープボイド検出結果をどのように当該プラントの余寿命評価に結びつけるか、どのように余寿命評価手法を具現化・実用化するのかについて、期間内の目標達成のため、具体的な技術課題ロードマップを示してほしい。

今後、研究プロジェクト開始当初から電気事業のニーズが変化してきているところもあるため、再度電気事業におけるニーズを明確にし、研究成果の活用方策を見直す必要がある。成果の実用化・事業化という観点では、当該開発システムを USC(超々臨界圧発電)石炭火力発電プラントに適用して、その検証を重ね、評価の定量性と信頼性を高めることが必要と思われる。研究開発段階において外部発表を積極的に実施し、有識者と議論するとともに、電気事業のニーズを把握し、活用される研究成果の創出に期待したい。

#### 2. 各論

##### 2.1 事業の位置付け・必要性について

地球温暖化対策としてCO<sub>2</sub>の総量規制がなされるなか、日本だけでなく発展途上国でも、石炭火力の必要性は高い。国内での電力供給の調整力として石炭火力発電のニーズは根強いものがあり、その設備の信頼性確保は重要課題である。当該事業の目的は、日本で培われた微粉炭ボイラ管理技術をさらにブラッシュアップし、国内外のボイラへの展開等に繋げる意味で極めて重要な事業である。また、個々の電力事業者のみの問題ではなく、全国の事業者

に共通した問題であることから、NEDO 事業として実施する意義は大きい。近年、世界的な逆風の中で、民間企業における石炭火力の研究への投資が困難となる中で、NEDO のような公の事業者がこの研究を実施する価値は高い。

一方、成果については、事業化あるいは社会実装することによって、初めて NEDO 事業としての意義が達成されることから、地球規模の CO<sub>2</sub> の削減貢献のみならず、新設の場合には初期投資と維持管理、既設については維持管理の経済的なメリットをもう少し定量的に示すと共に、現在あるいは今後の火力発電所の運用保守形態を十分に調査し、これを踏まえた費用削減効果を算出してほしい。

## 2. 2 研究開発マネジメントについて

今回の開発目標は、故障予知・寿命予測等による保守技術や機器の信頼性の向上に繋がるものである。実施者の連携関係、指揮命令系統、責任体制は明確である。目標達成のためのスケジュールや、研究開発の進捗管理も妥当であると判断できる。

一方、「微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上」と「クリープボイド初期検出システムの開発」との連携が不足しているように思われるため、両者が融合することによる相乗効果を示したほうが良い。また、目標設定とそれによる成果の関係や費用対効果を明確にしてほしい。更に、本事業の知的財産戦略を改善してほしい。NEDO 事業がその成果の実用化・事業化を目指していることを踏まえると、もう少々積極的な戦略を取り入れることを期待する。

今後、既存 2 テーマの終了に伴い新規テーマが開始されるが、NEDO のマネジメントの工夫をはかり、過去の研究開発プロジェクトとは一線を画すような実用化・事業化に直結した成果を期待したい。

## 2. 3 研究開発成果について

いずれの研究開発においても定量的な数値目標を掲げ、それを達成している点については高く評価できる。「微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術」では、大型燃焼試験設備で詳細データを取得することにより数値解析結果の検証を可能とし、一定の解析精度を達成したことは評価できる。「クリープボイド初期検出システムの開発」では、肉厚内部の  $\mu\text{m}$  オーダーのボイドを検出可能とした点は大変有意な成果であり、世界でもトップクラスであると思われる。更に、論文等の対外的な発表も実施しており評価できる。

一方で、前者のテーマについては、実機適用上での課題があると思われることから、実機で生じるクリンカの付着・脱落、減肉による影響を考慮した温度解析手法の開発と、それをベースにした管の寿命予測法や管交換時期判定法の開発を目指してほしい。後者のテーマについては、ボイド検出の再現性や検出限界のため、複数の対象部材に対する計測やデータの定量化等が必要と思われる。

## 2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

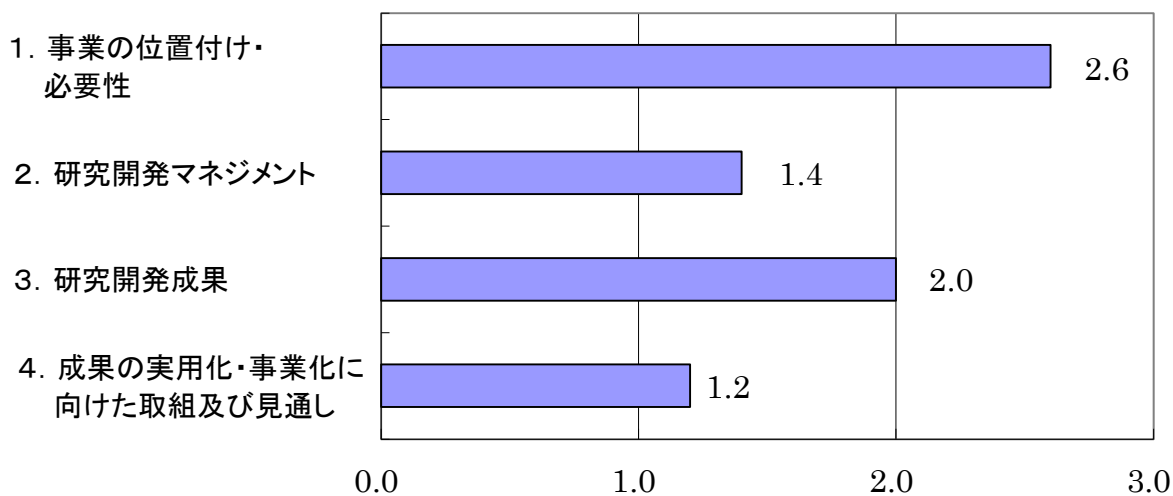
「微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上」及び「クリープボイド初期検

出システムの開発」に関するそれぞれの要素技術の確立に向けて具体的な数値目標を掲げて、それを達成すべく取り組み、一定の成果を挙げている点は評価できる。いずれのテーマも、その最終目標が実現されれば、現場ニーズに合致するすばらしい技術であり、実用化を期待したい。想定する市場の規模・成長性等から、多少の経済効果も期待できると思われる。

しかしながら、成果の実用化・事業化の戦略は、現状のままでは不明確と思われる。前者のテーマにおいては、温度解析誤差を縮めたことによって、伝熱管の寿命予測や交換管理に本ソフトが使用されるニーズが増す、とする理由を更に掘り下げてほしい。本ソフトを使用した伝熱管の寿命管理手順や保守コストの低減効果を明確に示し、それに対するユーザーの意見等を調査しておくことが必要である。また、後者のテーマにおいては、高精度な要素技術を開発することで経年損傷初期のクリープボイド密集の検出が可能になったとしても、その損傷部材の余寿命を定量的に評価することは必ずしも容易ではないことから、高精度・高信頼性のクリープ損傷計測システムの完成とそれに基づく高精度な定量的余寿命評価手法の構築を早期に実現し、その実機への適用と検証を実施してほしい。

今後の展開として、自社ボイラのみならず、他社ボイラ、さらには、性能が低いボイラへも適用できると思われることから、事業化においては、ユーザーの利便性向上のため、特定メーカーの製品に限らず汎用的に利用できる実施形態への検討を期待したい。

### 3. 評点結果



| 評価項目                     | 平均値 | 素点 (注) |   |   |   |   |
|--------------------------|-----|--------|---|---|---|---|
|                          |     | A      | A | A | B | B |
| 1. 事業の位置付け・必要性           | 2.6 | A      | A | A | B | B |
| 2. 研究開発マネジメント            | 1.4 | C      | C | B | C | B |
| 3. 研究開発成果                | 2.0 | A      | B | B | C | B |
| 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し | 1.2 | B      | B | C | D | C |

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

#### 〈判定基準〉

- |                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について                |
| ・非常に重要 →A          | ・非常によい →A                    |
| ・重要 →B             | ・よい →B                       |
| ・概ね妥当 →C           | ・概ね妥当 →C                     |
| ・妥当性がない、又は失われた →D  | ・妥当とはいえない →D                 |
| 2. 研究開発マネジメントについて  | 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて |
| ・非常によい →A          | ・明確 →A                       |
| ・よい →B             | ・妥当 →B                       |
| ・概ね適切 →C           | ・概ね妥当 →C                     |
| ・適切とはいえない →D       | ・見通しが不明 →D                   |

# 1. 事業の位置づけ・必要性

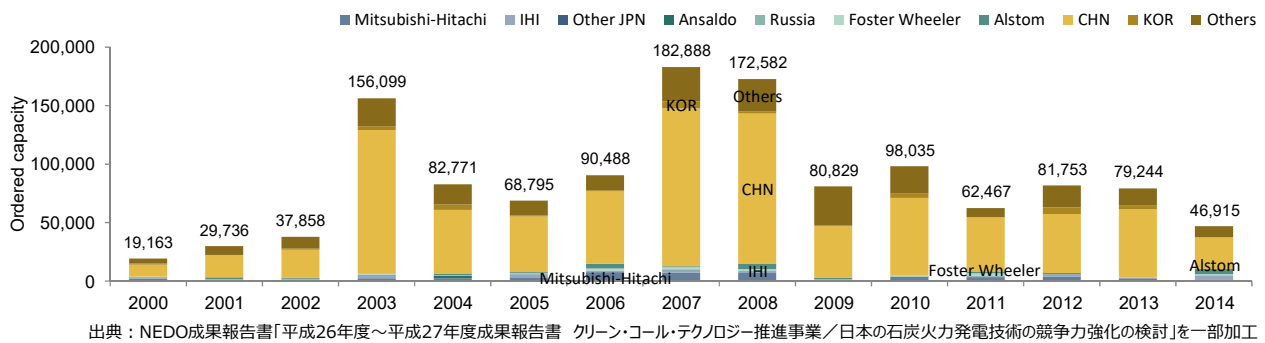
第63回研究評価委員会  
資料3-1  
(別添)

## (1) 事業の目的の妥当性

New Energy and Industrial Technology Development Organization

### ◆ 事業実施の背景（市場動向、国際競争力の状況）

- 日本の石炭火力発電所は、長年の技術開発の成果により、**高い発電効率**や**排出ガス対策**で、世界的に最高レベルの技術を有している。
- しかしながら、日本の技術を採用したプラント価格は、**他の国のプラントに比べて高価**であるため、国際市場に於いて必ずしも高い競争力を有しておらず、海外での導入事例も限られているのが現状である。



# 1. 事業の位置づけ・必要性

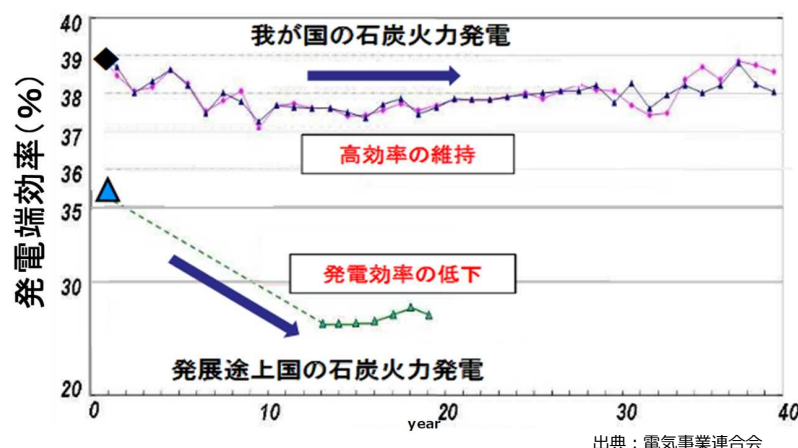


## (1) 事業の目的の妥当性

New Energy and Industrial Technology Development Organization

### ◆ 事業実施の背景（内外の技術動向、国際貢献可能性）

- 日本の石炭火力発電所が受注に至った地域では、厳しい技術要件が定められており、**日本の高効率発電技術**が入札時に評価されている。
- 一方、他国製の石炭火力発電所を導入した諸外国のユーザーの多くが、**稼働率の低下**をはじめとしたオペレーション上の様々な課題を抱えている。





# 1. 事業の位置づけ・必要性



## (1) 事業の目的の妥当性

New Energy and Industrial Technology Development Organization

### ◆ 事業実施の背景（内外の技術動向、国際競争力の状況）

- ▶ インドネシア、マレーシア、ポーランド等の石炭火力導入国では、**計画外停止の回避**や稼働率確保のニーズが大きく、ボイラ故障や石炭品質管理等の課題を抱えている。
- ▶ よって、ユーザーメリットは、主に**稼働率向上**、**メンテ補修費削減**によるものが大きい。
- ▶ 日本の国際競争力を維持、強化していくためには、他国の追随を許さない、高水準の稼働率実現やメンテナンス費低減に向けた**高度なO&M技術開発**が必要であり、高稼働率／高信頼性を保証することを可能とする様な**計測、解析技術（シミュレーション含む）**が有効と考えられる。
- ▶ 日本の高いO&M品質を**長期保守契約（LTSA）**で提供する**ビジネスモデルを構築**することで、結果として日本の石炭火力発電所の競争力が向上すると考えられる。

# 1. 事業の位置づけ・必要性

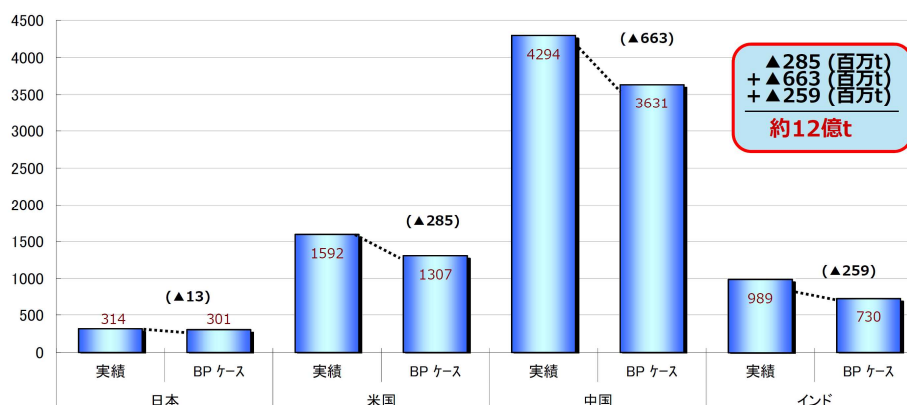


## (1) 事業の目的の妥当性

New Energy and Industrial Technology Development Organization

### ◆ 事業実施の背景（政策動向、国際貢献可能性）

- ▶ 2018年7月に閣議決定された「第5次エネルギー基本計画」において、「**低炭素型インフラ輸出**」を積極的に推進することとしており、「相手国のエネルギー政策や気候変動対策との整合的な形で、原則、世界最新鋭である**超々臨界圧（USC）**以上の発電設備について導入を支援する」こととしている。



石炭火力発電からのCO2排出量実績(2014年)と日本の最高効率適用ケース

(出典) 資源エネルギー庁, 国によって異なる石炭火力発電の利活用, 2018

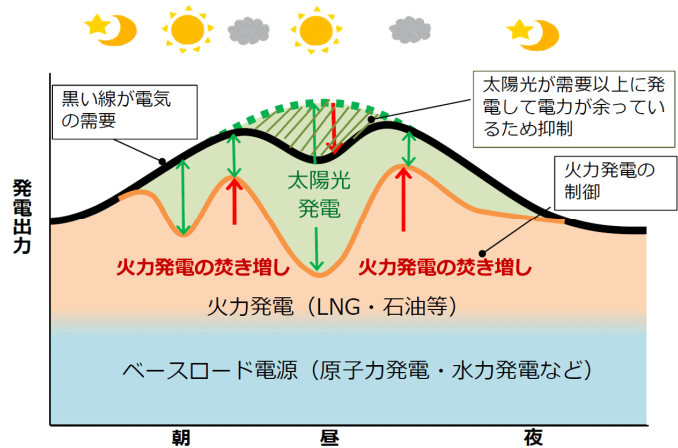
# 1. 事業の位置づけ・必要性

## (1) 事業の目的の妥当性

New Energy and Industrial Technology Development Organization

### ◆ 事業実施の背景（政策動向、エネルギー需給動向）

- 2018年7月に閣議決定された「第5次エネルギー基本計画」において、石炭は「現状において安定供給性や経済性に優れた重要な**ベースロード電源**の燃料として評価されているが、再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、適切に**出力調整を行う必要性**が高まると見込まれる」とされている。
- 今後とりわけ自然変動電源（太陽光・風力）の導入が拡大する中で、電力の需給バランスを維持し周波数を安定化するために、火力発電等による**調整力の一層の確保と信頼性・運用性の向上**が求められている。



出典：資源エネルギー庁ホームページ

# 1. 事業の位置づけ・必要性

## (1) 事業の目的の妥当性

New Energy and Industrial Technology Development Organization

### ◆ 事業の目的

- ユーザーニーズに的確にマッチングした日本の高いO&M品質を長期保守契約（LTSA）で実現するために必要な技術開発を実施する。
- 更に、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。

### 目的

- 日本の石炭火力の競争力向上
- 調整力の確保 & 信頼性・運用性の向上

### 解決手段

- 故障予知・寿命予測等の先進的な保守技術開発

## 2. 研究開発マネジメント

### (1) 研究開発目標の妥当性

New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 研究開発目標と根拠

##### (微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上)

今後再エネ導入量拡大によって石炭火力も負荷変動運転が必要となる。負荷変動によるボイラ構造部材の低サイクル疲労、炉壁温度分布の拡大で耐圧部、非耐圧部ともに**従来より厳しい運用条件**になると予想される。

本事業で開発された伝熱管の温度予測技術をボイラ火炉に拡張することで、**ボイラ構造部材の寿命予測**ができるようになる

運用条件でボイラ構造部材の温度履歴を計算

構造的な弱点部位を推定  
(寿命予測)

- 適正な定期点検間隔
- 弱点部位を効率的に検査して定検期間短縮

調整電源として稼働率を維持しながら定期検査を最適化できる

## 2. 研究開発マネジメント

### (1) 研究開発目標の妥当性

New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 研究開発目標と根拠

##### (微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上)

- 炭種条件・ガス流れ条件等が異なる条件での伝熱管温度・ガス温度などの詳細データ取得する。
- 炭種条件・ガス流れ条件等が異なる条件での数値解析による伝熱管温度分布予測を実証し、**加熱部最高温度の推定誤差が0～+20℃の範囲に入る**ことを確認する。

#### 【目標設定根拠】

- 従来の温度推定誤差0～+30℃を0～+20℃にすることで、10万時間と見込んでいたクリープ破断寿命が20万時間と推定でき、+10万時間延長可能となる。
- これは、点検間隔が6年を超えても使用可能なレベルであり、大幅な劣化更新頻度の低下となる。(8000時間/年×6年×2(安全率) = 9.6万時間 < 10万時間)

## 2. 研究開発マネジメント

### (1) 研究開発目標の妥当性

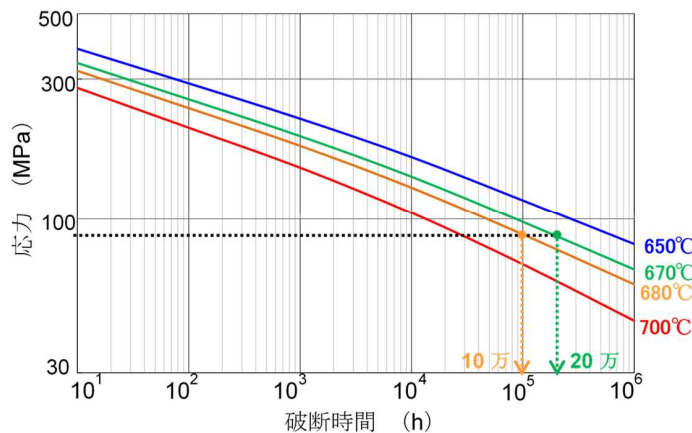
New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 研究開発目標と根拠

(微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上)

#### 【目標設定根拠】

- 高温材料を650℃で使用する場合  
(従来) 推定誤差: +30℃のため、680℃の寿命カーブを採用  
(開発後) 推定誤差: +20℃のため、670℃の寿命カーブを採用可能
- 従来では10万時間と見込んでいた寿命が、採用する寿命カーブの見直しにより20万時間と推定でき、+10万時間延長可能となる。



SUPER304Hのクリープ破断特性  
(「材料及び 第46巻 第2号(2007),  
高効率火力発電伝熱管用高強度ステンレス鋼管  
SUPER304H(火SUS304J1HTB)の開発」  
のデータを基に作成)

## 2. 研究開発マネジメント

### (1) 研究開発目標の妥当性

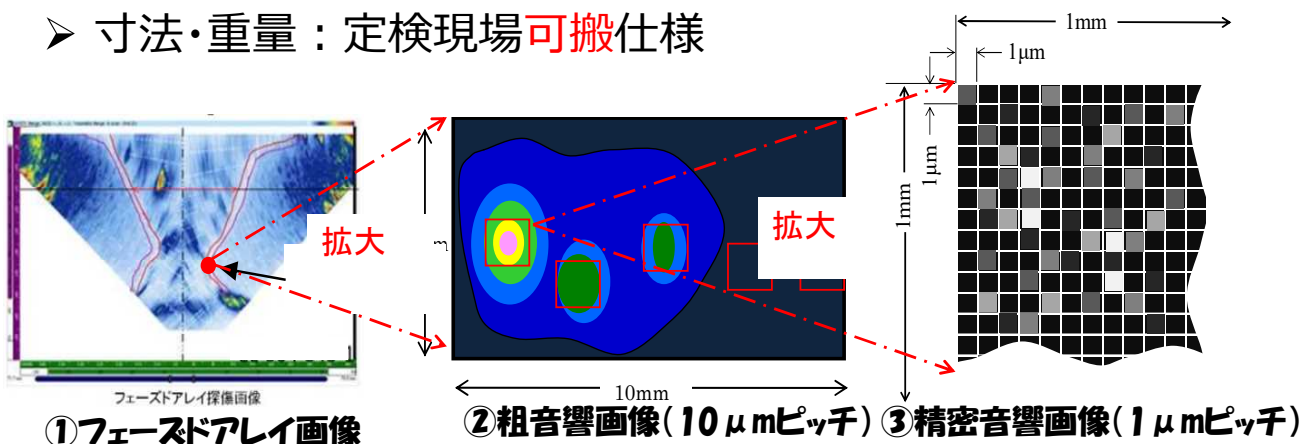
New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 研究開発目標と根拠 (クリープポイド初期検出システムの開発)

- 配管内部の溶接会合部に発生するμmオーダーのクリープポイド  
**900個/mm<sup>2</sup>程度\***を検出できる。

\* 900個/mm<sup>2</sup>程度 = クリープ損傷率(破断するまでの寿命消費率)35~50%  
定期点検時に取り替えた実配管の最大値

- 検出時間: **20分**
- 寸法・重量: 定検現場**可搬**仕様



## 2. 研究開発マネジメント

### (2) 研究開発計画の妥当性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 研究開発のスケジュールとプロジェクト費用（百万円）

| 研究開発項目                    | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021  | 2022  | 合計    |
|---------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上 | 146  | 198  | 137  |      |       |       | 481   |
| クリープボイド初期検出システムの開発        | 10   | 93   | 34   |      |       |       | 137   |
| 余寿命・故障予兆診断技術開発            |      |      |      |      |       | (公募中) | 3,000 |
| 合計                        | 156  | 291  | 171  |      | 3,000 |       | 3,618 |

【最終目標】調整力確保と信頼性・運用性向上の技術見通し

【中間目標】各種モニタリング・センシング・解析等の要素技術の確立

## 2. 研究開発マネジメント

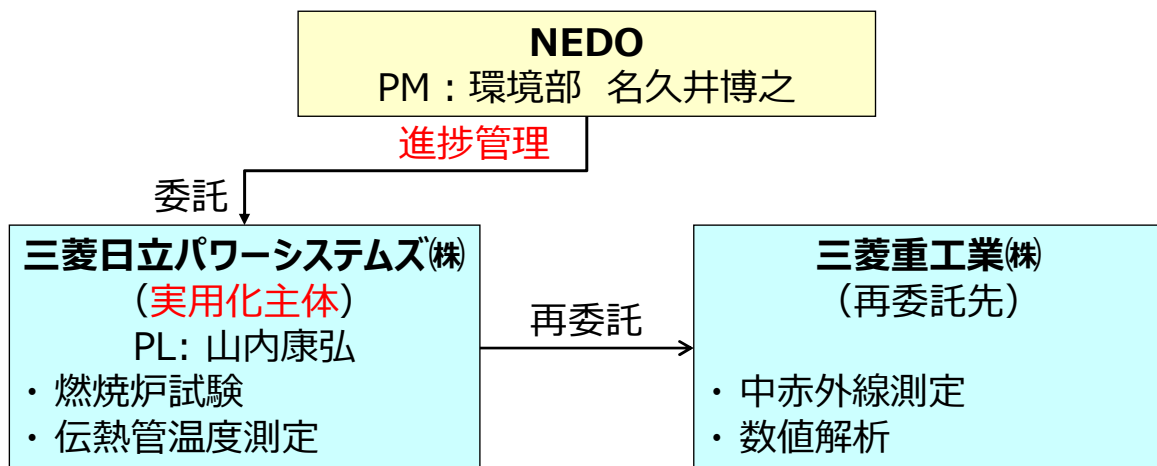
### (3) 研究開発の実施体制の妥当性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 研究開発の実施体制

(微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上)



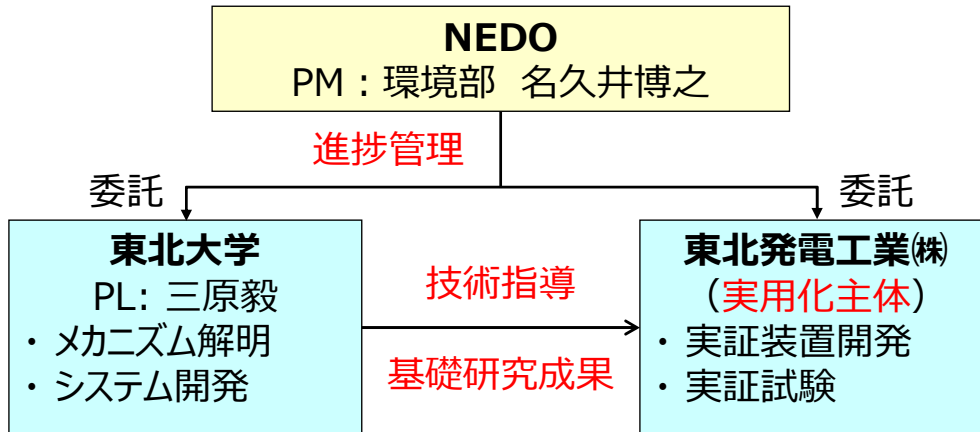
## 2. 研究開発マネジメント

### (3) 研究開発の実施体制の妥当性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 研究開発の実施体制 (クリープボイド初期検出システムの開発)



## 3. 研究開発成果

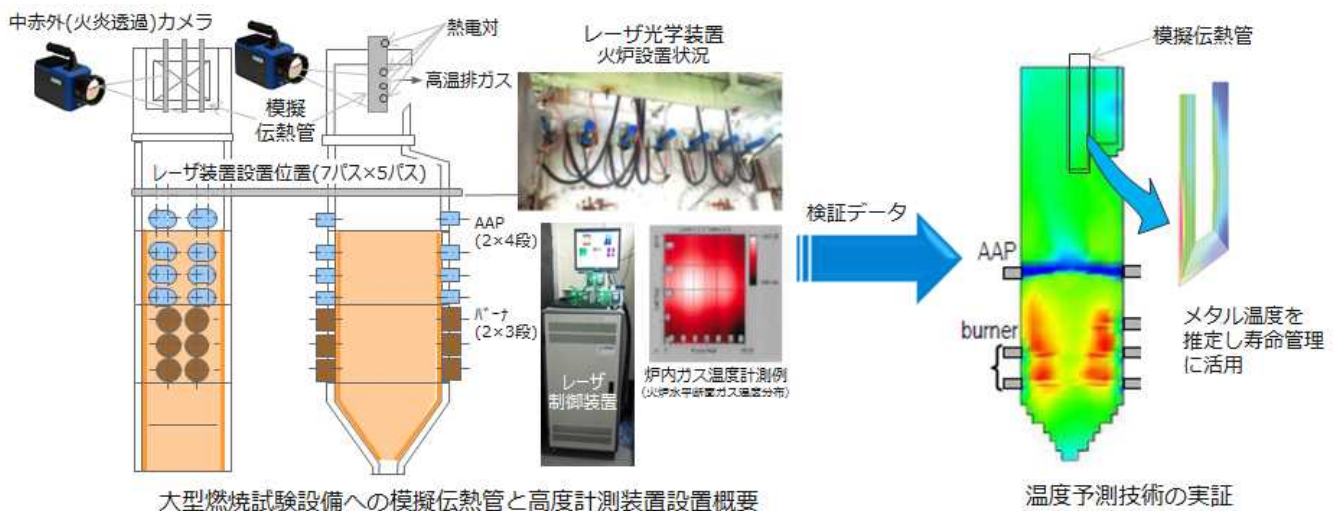
### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義



New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 各個別テーマの成果 (微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上)

大型燃焼試験設備において伝熱管温度・ガス温度などの詳細データを取得し、数値解析による温度推定技術の実証を行った。



### 3. 研究開発成果

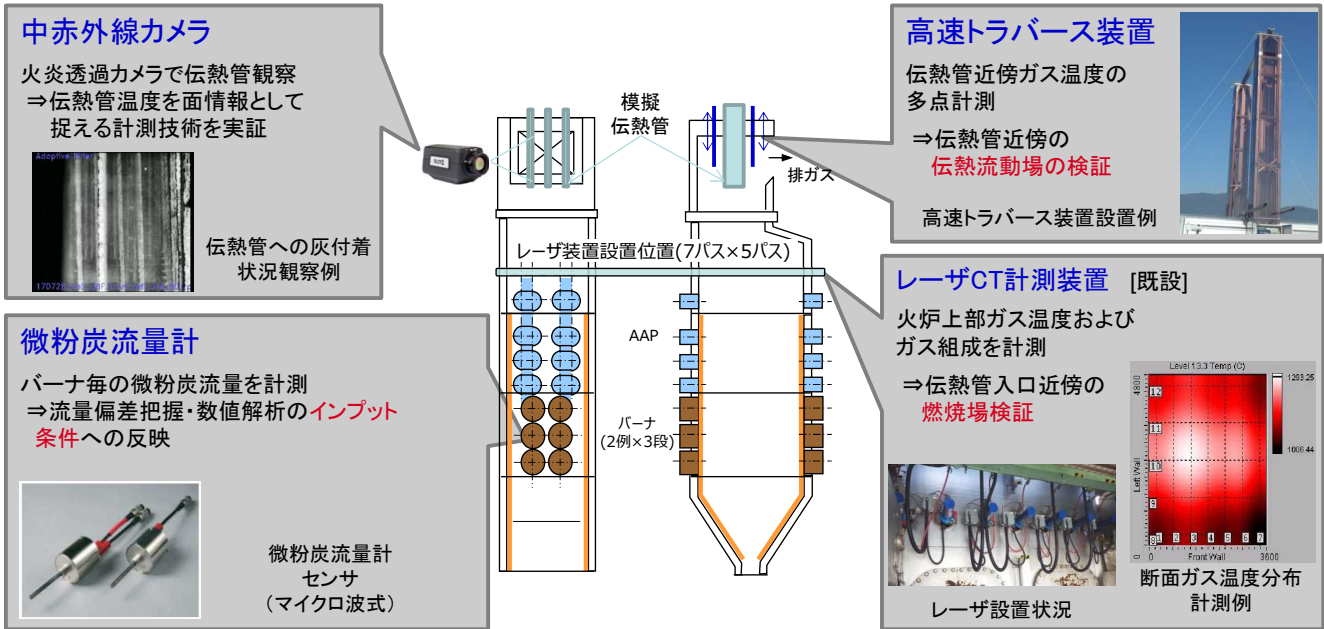


#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 各個別テーマの成果（微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上）

大型燃焼試験設備に高度計測装置を導入し、微粉炭燃焼下における炉内燃焼・伝熱・流動場の詳細検証データを取得した。



### 3. 研究開発成果

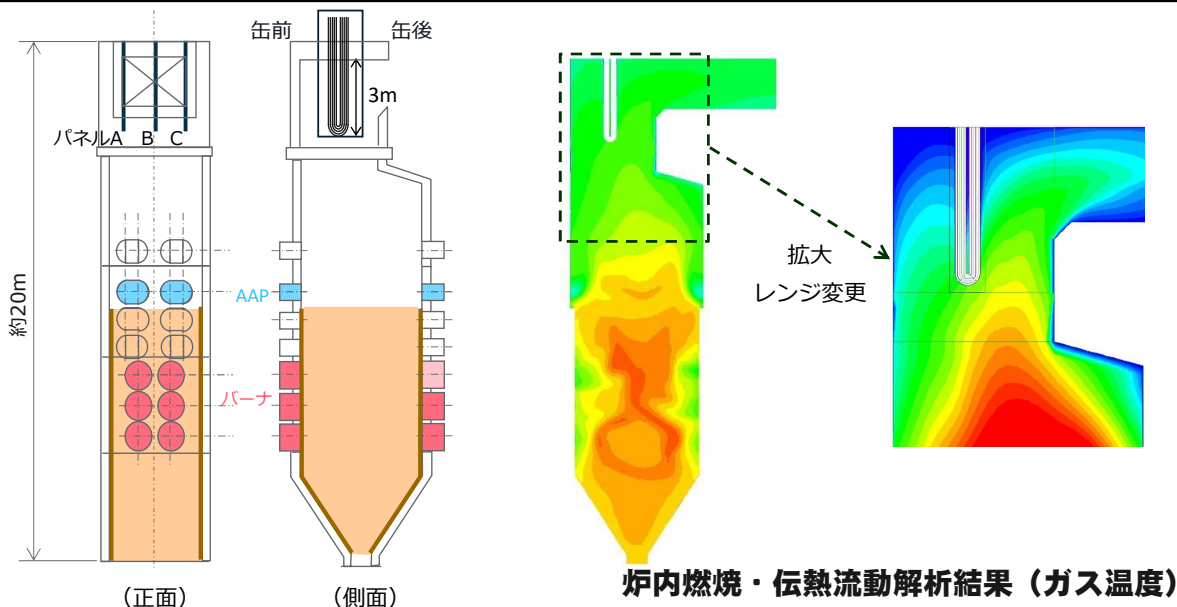


#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 各個別テーマの成果（微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上）

燃焼炉・模擬伝熱パネルの詳細構造を考慮した炉内の燃焼・伝熱流動場を数値解析。併せて、伝熱管内流体の流量・流れ方向温度変化を考慮した連成解析により、伝熱管各部の温度を計算した。



### 3. 研究開発成果

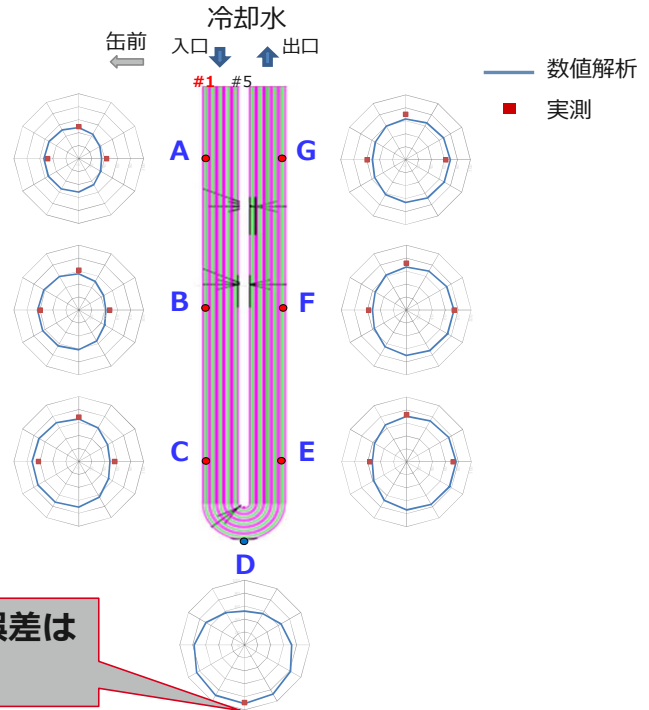
#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義



New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 各個別テーマの成果（微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上）

数値解析結果は実測値の温度分布挙動・最高温度を良く捉えており、数値解析による伝熱管の温度推定技術の有効性を確認できた。



### 3. 研究開発成果

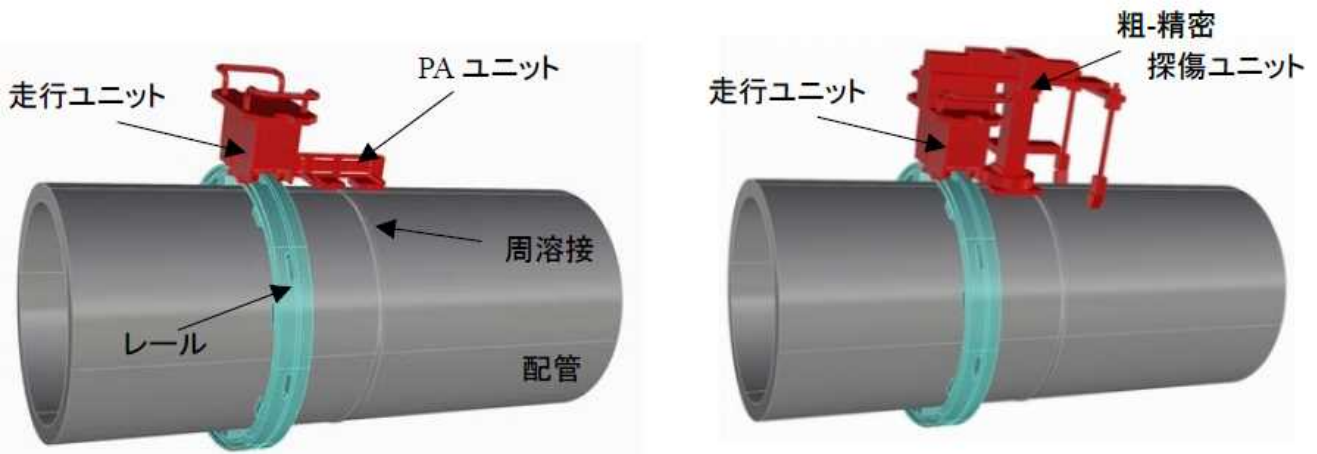
#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義



New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 各個別テーマの成果（クリープボイド初期検出システムの開発）

実機石炭火力サイトの定期検査時に、9%Cr鋼製の主要配管で経年損傷初期のクリープボイド密集を検出できる、超精密音響映像システムを世界に先駆けて開発した。





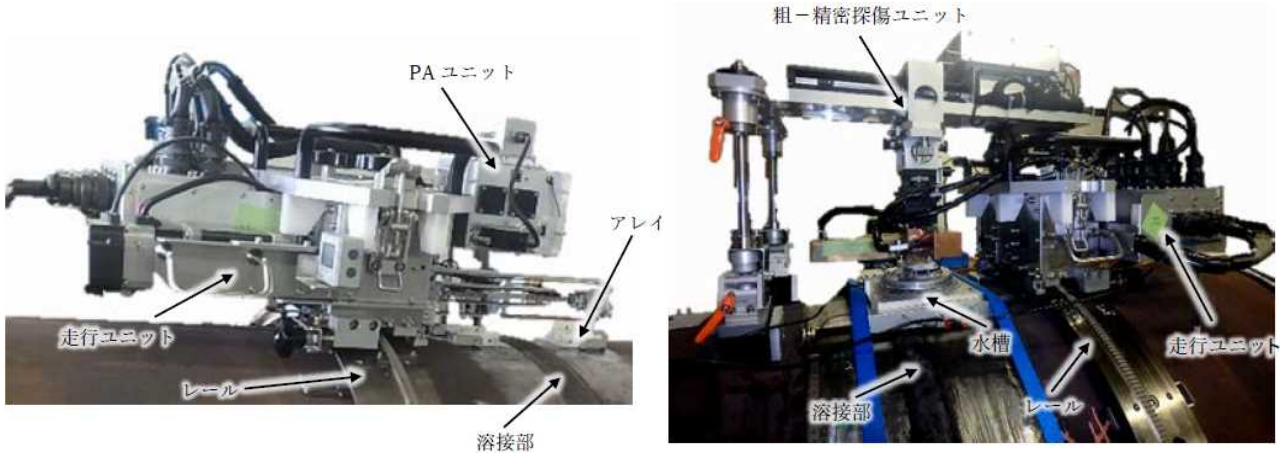
### 3. 研究開発成果

#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 各個別テーマの成果（クリープボイド初期検出システムの開発）

開発したシステムは、巨視的溶接接手部の音響像を得るための**超音波フェーズドアレイ**(PA:左図)で損傷が顕著な会合部を同定し、その後10 $\mu$ mピッチの音響映像による**粗探傷**、さらに1 $\mu$ mピッチの**精密探傷**(右図)の3段階計測を実施し、クリープボイドの初期損傷がモニタリングできる仕様である。



### 3. 研究開発成果

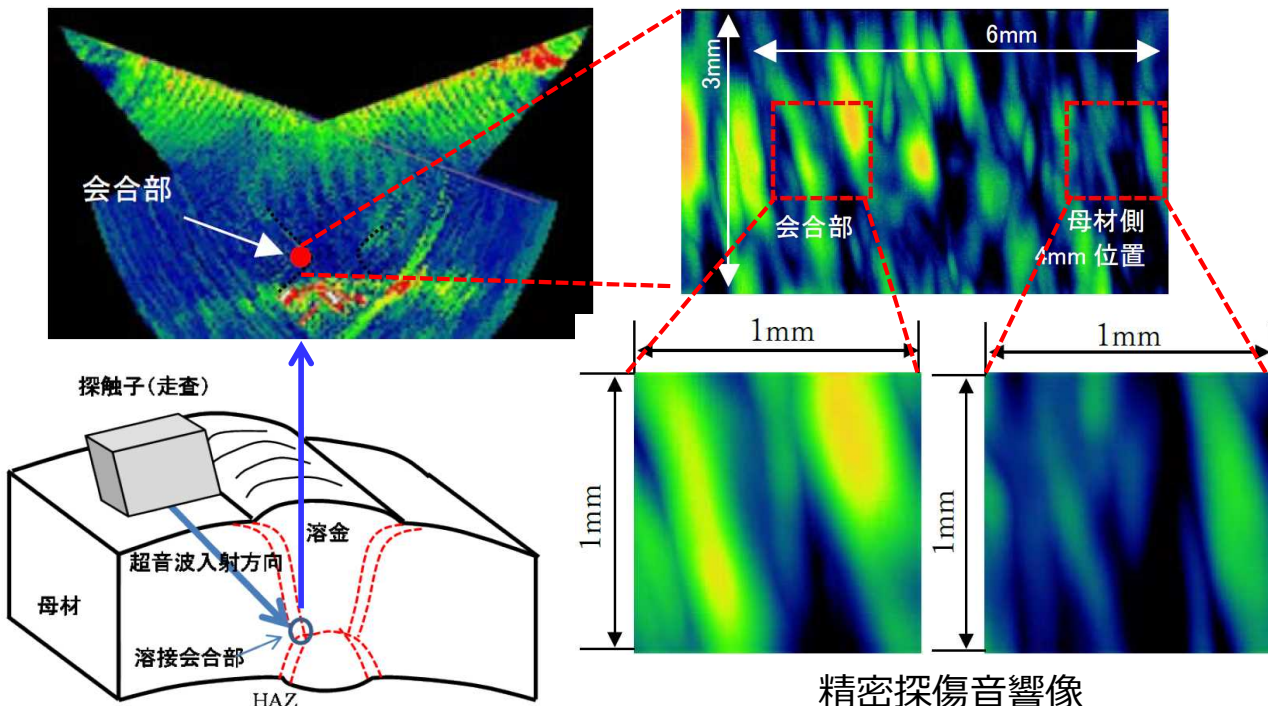
#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 各個別テーマの成果（クリープボイド初期検出システムの開発）

超音波フェーズドアレイ音響像

粗探傷音響像



### 3. 研究開発成果

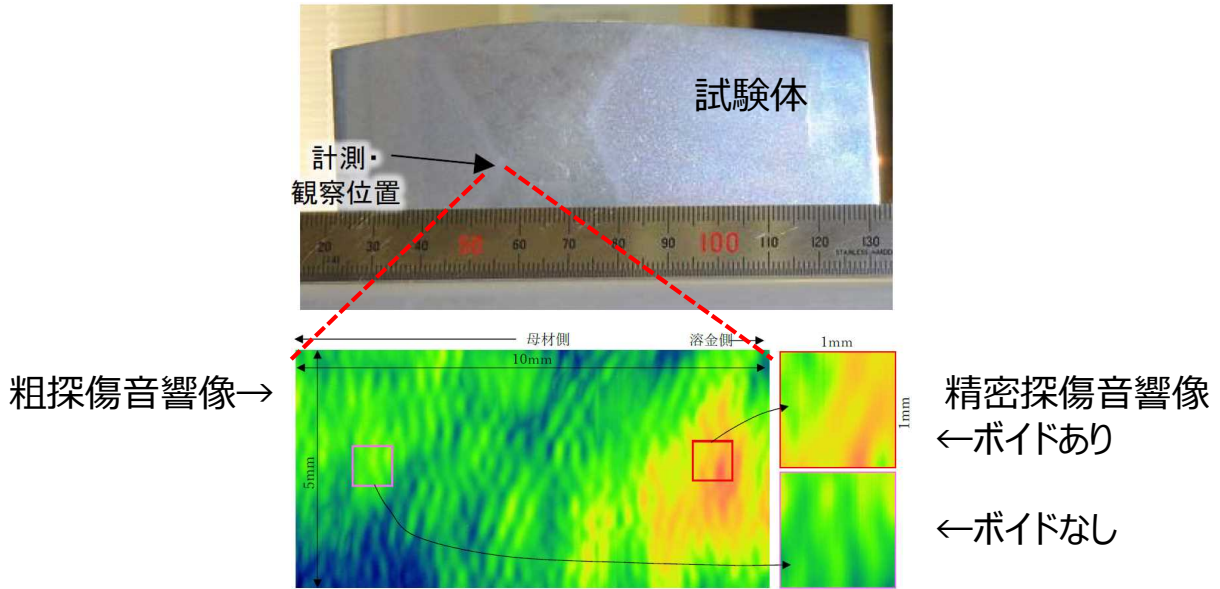


#### (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 各個別テーマの成果（クリープボイド初期検出システムの開発）

使用済配管から試験体を切り出し、592個/mm<sup>2</sup>のクリープボイドの有無を識別した。



### 3. 研究開発成果



#### (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

New Energy and Industrial Technology Development Organization

#### ◆ 各個別テーマの成果（クリープボイド初期検出システムの開発）

総重量は20kg以下となり、9分割にユニット化して可搬性を高めた。



レールユニット



走行ユニット



フェーズドアレイユニット



粗-精密探傷ユニット

| 所属                             | タイトル                                 | 会議名                                     | 発表年月           |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|----------------|
| 東北発電<br>工業株式<br>会社             | 高クロム鋼溶接部<br>TypeIVクリープボイド<br>検出方法の提案 | 一般社団法人日<br>本非破壊検査協<br>会 平成30年度<br>秋季講演大 | 2018年<br>11/15 |
| 三菱日立<br>パワーシス<br>テムズ、三<br>菱重工業 | 微粉炭焚きボイラ伝<br>熱管温度予測技術<br>の実証         | 第24回動力・エネ<br>ルギー技術シンポジ<br>ウム            | 2019年<br>6/20  |
| 三菱日立<br>パワーシス<br>テムズ、三<br>菱重工業 | 微粉炭焚きボイラ伝<br>熱管温度予測技術<br>の実証         | 日本機械学会 中<br>国四国支部 第58<br>期総会・講演会        | 2020年<br>3/6   |

### 3. 研究開発成果

#### (4) 知的財産権等の確保に向けた取組

##### ① 微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上

- 「数値解析による温度推定技術」は顕現性が低いことから、知的財産権保護の観点から特許出願せず **ノウハウとして秘匿**する。

##### ② クリープボイド初期検出システムの開発

- **基本特許**「超音波を用いた経年損傷火力発電器のTypeIVクリープボイドの実機評価方法」については2016年に**出願済み**。

## 概要

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 最終更新日    | 2020年6月22日 |        |        |        |        |  |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|--|
| プロジェクト名            | カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | プロジェクト番号 | P16002     |        |        |        |        |  |
| 担当推進部/<br>PMまたは担当者 | 環境部 PM 名久井 博之 (2020年6月現在)<br>" " 中元 崇 (2017年4月～2019年3月)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |            |        |        |        |        |  |
| 0. 事業の概要           | <p>長期保守契約(LTSA)を実現するために必要な各種モニタリング・センシング・解析等の要素技術を特定し、試験装置の整備、計測を行う。また、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。具体的案件は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術の向上：伝熱管加熱部の温度計測技術の適用燃料種拡大および数値解析を用いた伝熱管加熱部の温度推定技術の適用範囲拡大</li> <li>➤ TypeIVクリープボイド初期検出システムの開発：超精密音響 TypeIVクリープボイド評価装置を用いた定量評価計測システムの確立</li> <li>➤ 高分解能フェーズドアレイの開発：フェーズドアレイ高分解能化の課題抽出と対策検討および実機適用基盤技術の開発</li> <li>➤ 火力発電設備の余寿命・故障予兆診断技術開発：故障の予兆と原因特定および対応策の検討および設備検査と運転データ分析に基づいた余寿命診断</li> </ul> |          |            |        |        |        |        |  |
| 1. 事業の位置付け・必要性について | <p>2019年7月に閣議決定された「第5次エネルギー基本計画」において、石炭は「現状において安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源の燃料として評価されているが、再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、適切に出力調整を行う必要性が高まると見込まれる」とされている。今後とりわけ自然変動電源（太陽光・風力）の導入が拡大する中で、電力の需給バランスを維持し周波数を安定化するために、火力発電等による調整力の一層の確保と信頼性・運用性の向上が求められている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                               |          |            |        |        |        |        |  |
| 2. 研究開発マネジメントについて  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |            |        |        |        |        |  |
| 事業の目標              | <p><u>中間目標</u>（2020年度）：長期保守契約（LTSA）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。</p> <p><u>最終目標</u>（2022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およ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。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |            |        |        |        |        |  |
| 事業の計画内容            | 主な実施事項                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2017fy   | 2018fy     | 2019fy | 2020fy | 2021fy | 2022fy |  |
|                    | 伝熱管の温度推定技術の向上                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |            |        |        |        |        |  |
|                    | クリープボイド初期検出システムの開発                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |            |        |        |        |        |  |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |        |        |        |        |        |       |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                              | 余寿命・故障予兆診断技術開発                                                                                                                                                                                                                   |                                                  |        |        |        |        |        |       |
| 事業費推移                        | 特別会計（需給）                                                                                                                                                                                                                         | 2017fy                                           | 2018fy | 2019fy | 2020fy | 2021fy | 2022fy | 総額    |
|                              | 総 NEDO 負担額（委託費）                                                                                                                                                                                                                  | 156                                              | 291    | 171    | 3,000  |        |        | 3,618 |
| 開発体制                         | 経産省担当原課                                                                                                                                                                                                                          | 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課                              |        |        |        |        |        |       |
|                              | プロジェクトリーダー                                                                                                                                                                                                                       | 三菱日立パワーシステムズ(株) 山内 康弘<br>東北大学 三原 毅               |        |        |        |        |        |       |
|                              | プロジェクトマネージャー                                                                                                                                                                                                                     | 環境部 名久井 博之                                       |        |        |        |        |        |       |
|                              | 委託先                                                                                                                                                                                                                              | 三菱日立パワーシステムズ(株)（再委託先：三菱重工業(株)）<br>東北大学、東北発電工業(株) |        |        |        |        |        |       |
| 情勢変化への対応                     | プロジェクト開始時(2017年度)は、日本の石炭火力の国際的な競争力を向上させるために、運転・保守品質を高め高稼働率を実現させる技術開発を実施してきた。ところが、昨今の自然変動電源（太陽光・風力）の導入が拡大する中で、電力の需給バランスを維持し周波数を安定化するために、火力発電等による調整力の一層の確保と信頼性・運用性の向上が求められてきていることから、2020年度より石炭火力の負荷変動に対応する技術に焦点を当てた研究開発を実施することとした。 |                                                  |        |        |        |        |        |       |
| 評価に関する事項                     | 中間評価                                                                                                                                                                                                                             | 2020年度 中間評価                                      |        |        |        |        |        |       |
|                              | 事後評価                                                                                                                                                                                                                             | 2023年度 事後評価                                      |        |        |        |        |        |       |
| 3. 研究開発成果について                | 【全体中間目標】<br>長期保守契約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した。                                                                                                                                                                           |                                                  |        |        |        |        |        |       |
|                              | 【個別中間目標】<br>・ 伝熱管の温度推定技術の向上：伝熱管加熱部の温度計測技術の適用燃料種と数値解析を用いた伝熱管加熱部の温度推定技術の適用範囲を拡大した。<br>・ クリープボイド初期検出システムの開発：超精密音響 TypeIVクリープボイド評価装置を用いた定量評価計測システムを確立した。                                                                             |                                                  |        |        |        |        |        |       |
|                              | 投稿論文                                                                                                                                                                                                                             | 0件                                               |        |        |        |        |        |       |
|                              | 特許                                                                                                                                                                                                                               | 0件                                               |        |        |        |        |        |       |
|                              | その他の外部発表（プレス発表等）                                                                                                                                                                                                                 | 学会発表 3件                                          |        |        |        |        |        |       |
| 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて | 微粉炭焚きボイラにおける伝熱管の温度推定技術については、国内微粉炭焚き火力発電所において、開発技術のボイラ火炉への拡張も含めた長時間の実機検証（ボナ本数、伝熱パネル枚数、火炉サイズなど）を行い、2022年度以降の実用化・事業化を目指す。<br>クリープボイド初期検出システムについては、本事業終了後、2年間は国内のUSC石炭火力発電プラントで実績を蓄積する。3年目からは、同プラントでの実績をベースに、国内の                     |                                                  |        |        |        |        |        |       |

|               |                                                                     |                                                                                      |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|               | シェア拡大に繋げていく。また シェアの拡大見込みを基に、検査会社へのライセンス供給も視野に入れ、日本国内技術のシェア拡大に繋げていく。 |                                                                                      |
| 5. 基本計画に関する事項 | 作成時期                                                                | 2016年1月 制定                                                                           |
|               | 変更履歴                                                                | 2016年4月、9月、2017年2月、5月、6月、2018年2月、7月、9月、2019年1月、7月、2020年2月 改訂（目的、目標、内容、スケジュール等の追加、修正） |