

【事業名】 バイオマス高比率混焼による石炭火力CO<sub>2</sub>排出原単位半減に向けた先進的システムの実証

【代表者】 (株) IHI

(氏名) 福島 仁

【実施予定年度】 平成25~27年度

### (1)技術開発概要

#### ①【技術開発の概要・目的】

平成24年度までの環境省委託事業<sup>1)</sup>の成果を基に、国内の未利用木材を長期安定的に大量需要が期待できる発電事業へ効率的かつ経済的に有効活用するトータルエネルギーシステムの確立を最終目的として、商用発電所設備等を用いて広域の森林から発電所に到る高比率混焼実証試験を実施し、この実証結果から、国内に多数ある500MWクラス石炭火力発電設備へのバイオマス導入を促進し、同時に林業関係者に未利用材等の積極的な出材への取り組みを促す。

1) 石炭火力のCO<sub>2</sub>排出原単位半減に向けたバイオマス高比率混焼技術の開発(H23-H24)

#### ②【技術開発の詳細】

本事業は商用発電所で高比率混焼普及の上でボトルネックとなる3つの主要課題を基に実施した。詳細は以下の通り

##### (1)バイオマス混焼ボイラシステムの実証

- ①前処理システム: 商用発電所においてシステム効率を維持しながら、安定的に燃焼させるため所内動力、バイオマスの性状に応じた予備乾燥、予備破碎等の前処理等の検討
  - ②貯蔵搬送システム: バイオマス燃料使用時の安全設備を含む燃料の受入、貯蔵、払出し、搬送機構の検討
  - ③主機周辺システム: 炉内混焼に伴う火炉等の改造を含む空気・排ガス系統設備の検討
  - ④燃焼実証試験: 発電出力150MWの新日鐵住金釜石発電所で混焼試験条件の検討
- これに加えて、実証試験では確認できない長期間運転時の灰の影響については、灰付着や灰腐食について要素試験を検討。

##### (2)バイオマス混焼燃焼システムの実証

石炭バーナ・ミルシステムを改良し、バイオマス混焼率50%を超える燃焼試験を行うため、

- ①燃料処理システムの検討: バイオマスに適合するミルシステムの改良
- ②バーナシステムの検討: 石炭バーナを用いたバイオマス専焼の検証
- ③50cal%超混焼: 大型燃焼試験設備(20MW)を用いた熱量比50%超混焼試験の検討

##### (3)バイオマス燃料供給システムの実証

500MWクラス発電所を想定したバイオマス供給要素試験の実施と効率的な収集プラン策定、適用予定の機器、システムの確認試験を森林組合等の協力の元、実施する。このため①バイオマス有効利用・加工システム、②バイオマス収集・輸送を検討し、さらに③バイオマス持続的供給、④バイオマス燃料用原料のトレーサビリティ手法を検討し、(1)の150MW級混焼実証試験への燃料供給を含む⑤バイオマス供給実証試験を検討。

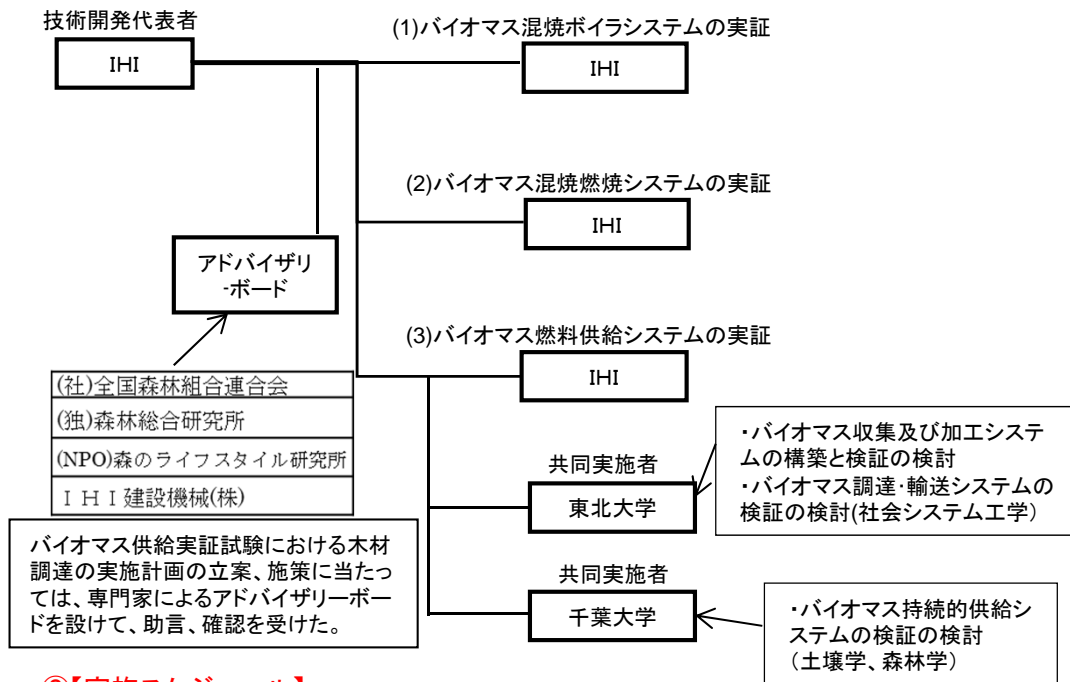
### ③【システム構成】

#### バイオマス混焼トータルシステムフローと各課題の分担範囲



## (2)技術開発計画

①【実施体制】 IHIの関係部門に加えて大学および林業関係者が参画した。



## ②【実施スケジュール】

	2013		2014		2015	
(1)バイオマス混焼ボイラシステムの実証						
① 前処理システム(粉砕・乾燥等)	1	1	2	2	6	6
② 貯蔵・搬送システム	1	1	2	2	6	6
③ 主機周辺システム(安全設備を含む)			1	2	2	6
④ 混焼実証試験	1	1	3	3	4	4
(2)バイオマス混焼燃焼システムの実証						
① 燃料処理システム	1	3	5	2	3	4
② バーナシステム	1	1	1	2	3	4
③ 50cal%超混焼試験		1	1	1	3	3
(3)バイオマス燃料供給システムの実証						
① バイオマス有効利用・加工システム(共同実施:東北大)	1	2	2	2	2	6
② バイオマス調達・輸送システム(共同実施:東北大)	1	2	2	2	2	6
③ バイオマス持続的供給システム(共同実施:千葉大)	1	1	2	2	2	6
④ バイオマス燃料のトレーサビリティ手法		1	1	2	2	6
⑤ バイオマス供給実証試験(共同実施:東北大、千葉大)			1	1	2	3

1	設計・検討
2	予備試験調査
3	調達部品加工製作
4	工事(据付・改造)
5	試験計測
6	分析・解析評価

予算	(千円)			
	2013	2014	2015	累計
(1)バイオマス混焼ボイラシステムの実証	30,967	54,889	145,018	230,874
(2)バイオマス混焼燃焼システムの実証	30,431	80,267	46,010	156,708
(3)バイオマス燃料供給システムの実証	19,363	33,378	73,008	125,749
技術開発経費(直接経費)	80,761	168,533	264,036	513,330
一般管理費(間接経費)	9,206	16,853	26,404	52,463
合計	89,967	185,386	290,440	565,793

金額は各年度の契約金額ベース

## ③【目標設定】

全体目標:

・バイオマス高比率混焼による石炭火力CO<sub>2</sub>排出原単位半減の達成

上記を達成するために下記の個別目標に取り組んだ。

- (1) 商用発電設備(150MW級)でバイオマス単独粉砕・炉内混焼の実施。
- (2) 大型燃焼試験設備(20MWth)により熱量比50%超の混焼実施、石炭比75cal%の粉碎性能および75cal%のバイオマス専焼の達成。
- (3) 500MW級火力発電所を想定したバイオマス供給試験実施とコスト及び容量目標の達成。

## ④【事業化・普及の見込み】

国内の石炭焚きボイラは約80基(であり、総発電出力は約40,000MWである。本技術の実証により、商業的にバイオマス高比率混焼が可能であることが実証できれば、設備改造が比較的軽微で済むため、大型の500MW級設備への早期の導入などが期待できる。また、老朽発電設備更新時にバイオマス高比率混焼方式が採用される可能性が高まる。このため、バイオマス燃料の供給量の増加と共に、2020年までに火力発電所の総出力の2%(10%の石炭火力発電所<sup>1)</sup>で平均20cal%混焼を実施)の導入を想定している。これにより800MW相当の電力がカーボンニュートラル化され、これにより600万トン<sup>3)</sup>のCO<sub>2</sub>が削減され、2030年までには2,100万トンのCO<sub>2</sub>が削減されると見込まれる<sup>5)</sup>。

年度	2017	2018	2019	2020	~2025	~2030
500MW換算普及予想基数	1	2 (累計 3)	2 (累計 5)	3 (累計 8)	10 (累計 18)	10 (累計 28)
平均混焼率 <sup>2)</sup> (%)	10	15	20	25	25	25
CO <sub>2</sub> 削減量(万t-CO <sub>2</sub> /年) <sup>3)</sup>	30	135	300	600	1,350	2,100

- 1) 平均500MWの発電所を想定
- 2) バイオマス高比率混焼システムを導入した全発電所の平均混焼率を想定
- 3) バイオマスによる石炭代替1MW当たり6,000t-CO<sub>2</sub>/年のCO<sub>2</sub>が削減されると仮定
- 4) 2020以降の普及時点での平均混焼率を25%と仮定
- 5) 必要なバイオマス燃料の調達可能であると仮定。

### (3)技術開発成果

#### ①【これまでの成果】

- ・新日鐵住金釜石製鉄所内150MW級商用発電所において25%（熱量比）のバイオマス混焼に成功
- ・上記試験を純国産木質ペレットにより達成。
- ・20MW級燃焼試験装置では50%（熱量比）超のバイオマス混焼に成功

#### ②【CO2削減効果】

石炭焚き火力発電では石炭からバイオマスに代替された熱量相当分のCO2が削減（カーボンニュートラル化）される。石炭火力発電出力1MW当たりの年間CO2排出量を6000t/年とした場合、下記の導入（混焼）予想比率（MW数）に応じたCO2が削減される。

○2020年時点の削減効果

累計 600万トン（累計8基の火力発電所で平均25%のバイオマス混焼）

○2030年時点の削減効果

累計 2,100万トン（累計28基の火力発電所で平均25%のバイオマス混焼）

#### ③【成果発表状況】

対外発表（主なもの）

タイトル	会議・雑誌	発表機関	月日	発表者
技術の多様性を考慮した木質バイオマス利用システムの設計	第22回環境工学総合シンポジウム2012	日本機械学会	2012/7	中田 俊彦
Advanced Combustion System for Various Kinds of Solid Fuels	POWER GEN International 2012	POWER-GEN INTERNATIONAL	2012/12	田村 雅人、大野 恵美、渡辺 真次、糸数 龍之介
木質バイオマスのエネルギー利用は化石燃料の代替にどこまで貢献できるか	第63回日本木材学会大会	日本木材学会	2013/3	中田 俊彦
低炭素社会における石炭火力発電の展望	2013年度日本機械学会年次大会	日本機械学会	2013/9	福島 仁
空間情報に基づく持続可能な木質バイオマスエネルギー利用システムの設計	第9回バイオマス科学会議	日本エネルギー学会	2014/1	中田 俊彦
Comprehensive Evaluation of Woody Biomass Firing in Coal Power Plants	POWER-GEN INTERNATIONAL 2014	POWER-GEN INTERNATIONAL	2014/12	Yuka Ochi, Masato Tamura, Hitoshi Fukushima, Hidekazu Kasai, Takahiro Kozaki, Toshihiko Nakata.
森林伐採が土壌化学性・生物性および温室効果ガスに及ぼす影響	2015年度日本土壌肥科学会関東支部大会	日本土壌肥科学会	2015/11	馬場隼也・菊池優汰・竹内大樹・吉岡 遼・間野 正義・犬伏和之

#### 新聞等 記事掲載

日付	媒体	掲載面
2015年12月3日	電気新聞	4面
2015年12月3日	日刊工業新聞	8面
2015年12月3日	化学工業日報	11面
2015年12月3日	日刊建設工業新聞	3面
2015年12月3日	日経産業新聞	11面
2015年12月4日	北海道建設新聞	3面
2015年12月14日	新エネルギー新聞	7面
2016年1月20日	Bloomberg	<a href="#">Bloomberg配信記事</a>

#### ④【技術開発終了後の事業展開】

##### ○普及・導入計画

商用への普及時点では、対応設備導入は年1基から2~3基程度に拡大し、改造費用は仕様の標準化等で段階的にコストダウンされると想定している。

##### ○事業拡大シナリオ<sup>1)</sup>

年度	2017	2018	2019	2020	2025	2030
500MW換算普及基数(台)	1	2 (累計3)	2 (累計5)	3 (累計8)	10 (累計18)	10 (累計28)
設備投資単価(億円/基) <sup>2)</sup>	300	300	280	260	260	260
累計設備投資(億円)	300	900	1,460	2,240	4,840	7,440
設備導入率 <sup>3)</sup> (%)	1.3	3.8	6.3	10	23	35

1)④【事業化・普及の見込み】の導入台数を踏襲

2)既設発電所改造・新設の平均費用から500MW換算で試算

3)分母を80基として計算

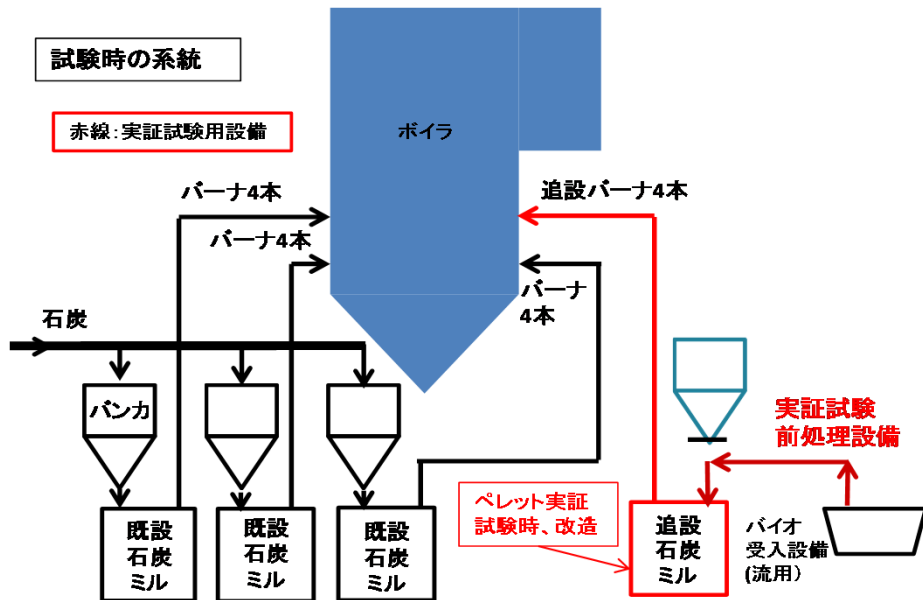
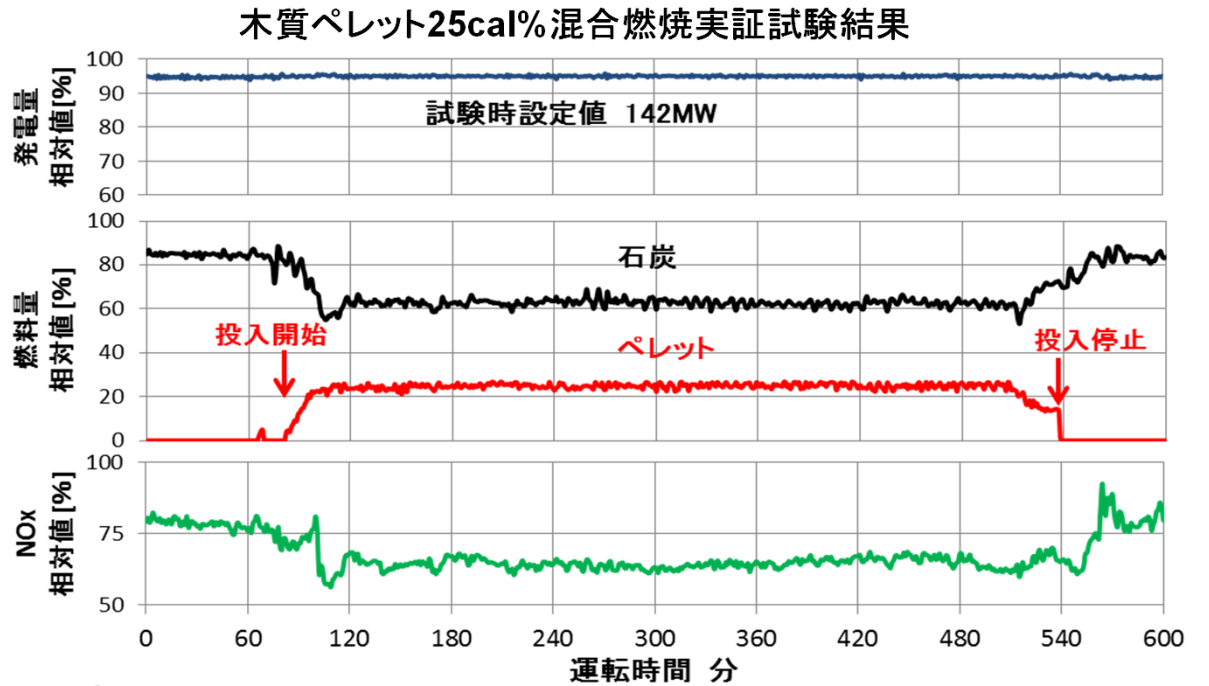
##### ○シナリオ実現上の課題

- ・長期運用に伴う事象について、高比率混焼商用機の情報を収集し、共有化してゆく仕組みが必要。
- ・多様な加工法、異種原料のペレットの供給が予想されるため、それらに対して系統的、実証的な検討が必要。
- ・より効率的、大容量の粉碎機構への取り組みが有効である。
- ・国内資源を有効にかつ高効率で利用する大規模な石炭混焼システムを実現するため、森林の伐採量から輸送、加工、発電所での需要までを一体の市場として連動することが必要である。最新のICT技術等を導入してこれらのシステムの構築が必要である。
- ・国内森林資源について、国土の持続的な利用と保護の観点からも網羅的かつ正確な調査による現状把握が必要である。
- ・早期にCO<sub>2</sub>削減を図るためにはバイオマスの大量調達が必要で、海外輸入品の併用は避けられないと考えられる。海外での木材の乱伐や違法伐採を防ぎながら、かつ海外と国内の両者にメリットのある仕組みの構築が必要。



# ① バイオマス混焼ボイラシステムの実証

## 新日鐵住金株式会社釜石火力発電所 実証試験



### 既設500MW石炭火力発電所 試設計性能予想

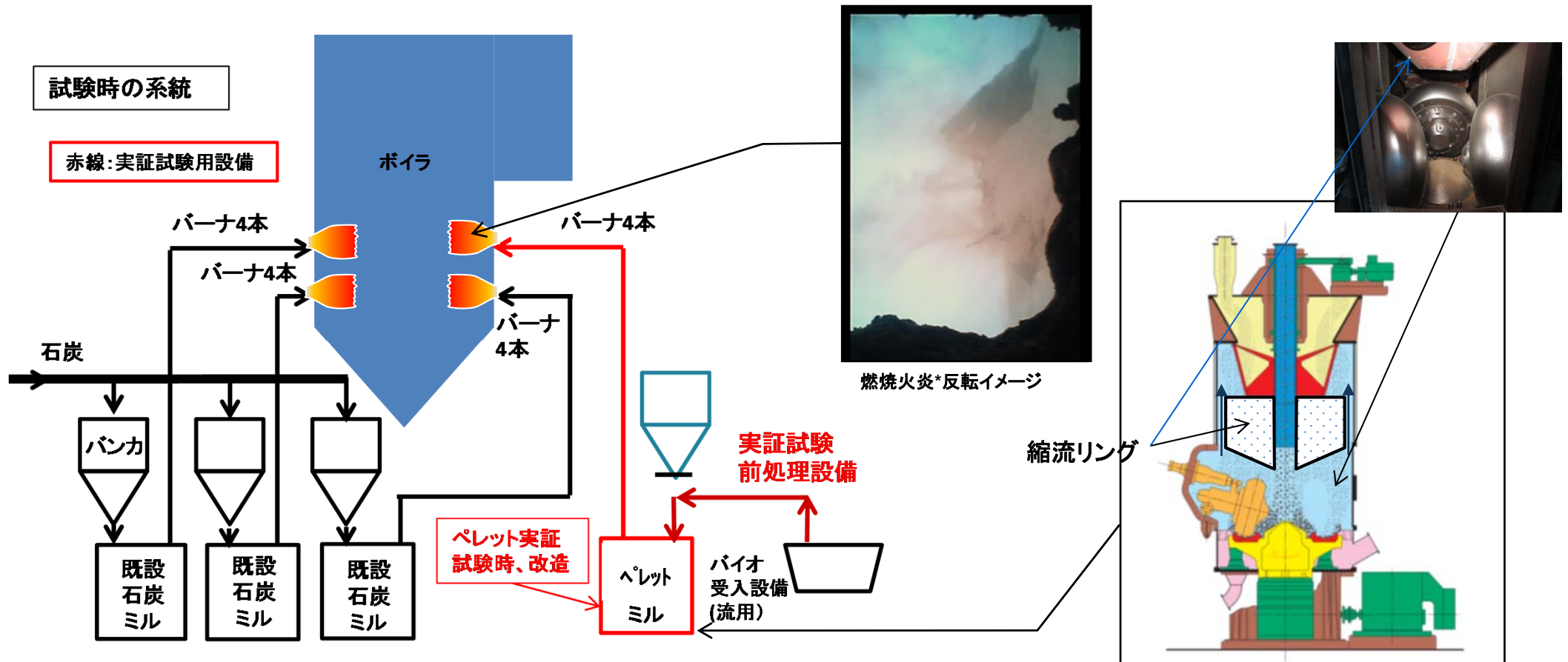
	石炭専焼	木質ペレット/石炭		
バイオマス混焼率(出熱ベース)		50%		
発電出力	MW	500	500	
蒸気量	t/h	1433	1433	
主蒸気圧力	MPa	24.8	24.8	
主蒸気温度	°C	542	542	
再熱蒸気温度	°C	568	568	
ボイラ効率(高位発熱量基準)	%	89.48	87.79	
ボイラ効率(低位発熱量基準)	%	94.02	93.65	
		石炭	ペレット	
燃料消費量	t/h	156.6	78.6	119.7
所内動力 *1		18,220	18,550	
送電端効率(高位発熱量基準)	%	40.8	40.0	

\*1 連続使用機器の動力を示し、燃料系はサイロ以降の機器を示す。

## ②バイオマス混焼燃焼システムの実証

石炭ミル1台に“縮流リング”と呼ばれる機器を取り付け、バイオスマイルに改造し、粉碎したペレットを石炭バーナでバイオマス専焼させることを可能とした。これにより、IHIの大型燃焼試験装置(20MW相当)では混燃率50%(熱量比)、商用発電設備(149MW)では混焼率25%(熱量比)を達成した。

### 新日鐵住金株式会社 釜石火力発電所 実証試験



## CO<sub>2</sub>排出削減対策技術評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 7.4点（10点満点中）
- 評価コメント
  - バイオマス・石炭混焼の手ごたえが得られた点は大きな成果であると高く評価する。
  - 全国の既存火力発電所へ適用可能であり、実用化・普及を期待する。
  - 木質チップの供給体制の確保と材が多様化した場合の影響について分析・検討することを期待する。
  - 冬季の湿度が高い日本海側に収集拠点が設けられていたことによる影響について分析・検討することを期待する。
  - 本事業の実施内容について積極的に成果を広く公表し、その際は環境省「CO<sub>2</sub>排出削減強化誘導型技術開発・実証事業」である旨を周知することを求める。
  - 環境省補助金要項に従い採択時に告知したように、補助事業により整備された施設、機械、器具、備品その他の財産には、環境省補助事業である旨を必ず明示すること。