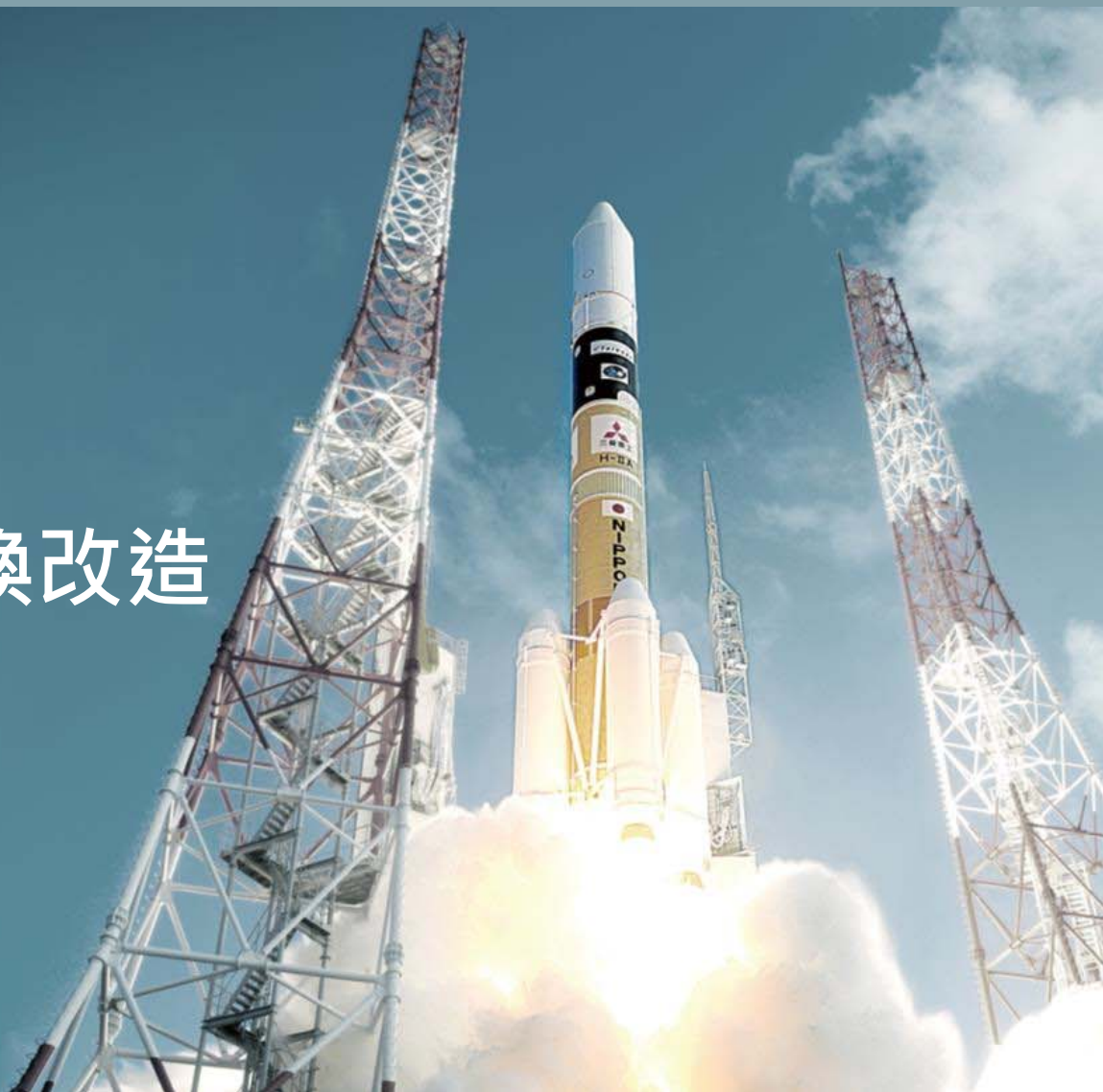


產業用戶 能源轉型方案研討會

關於邁向脫碳的燃料轉換改造

2022.3.3

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.



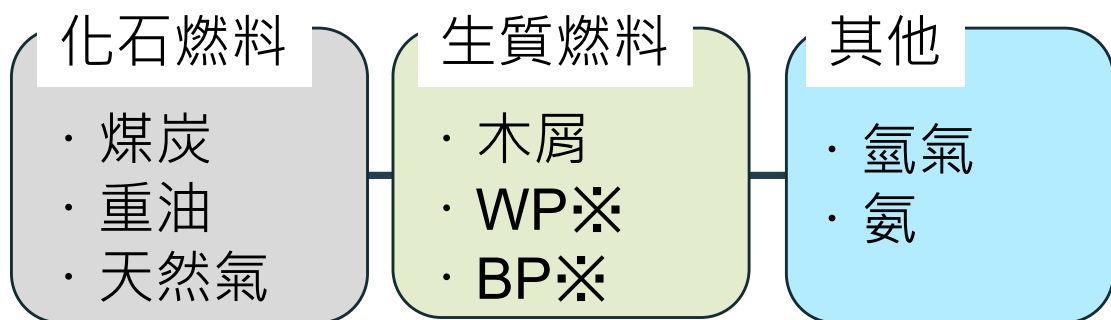
1. 關於燃氣的燃料轉換改造
2. 關於生質燃燒的燃料轉換改造
3. 關於燃煤發電的混氨燃燒
4. 關於氫氣燃燒

1. 關於燃氣的燃料轉換改造

1.1 鍋爐燃料的多樣化

以多樣化的鍋爐燃料邁向實現碳中和

燃料類別

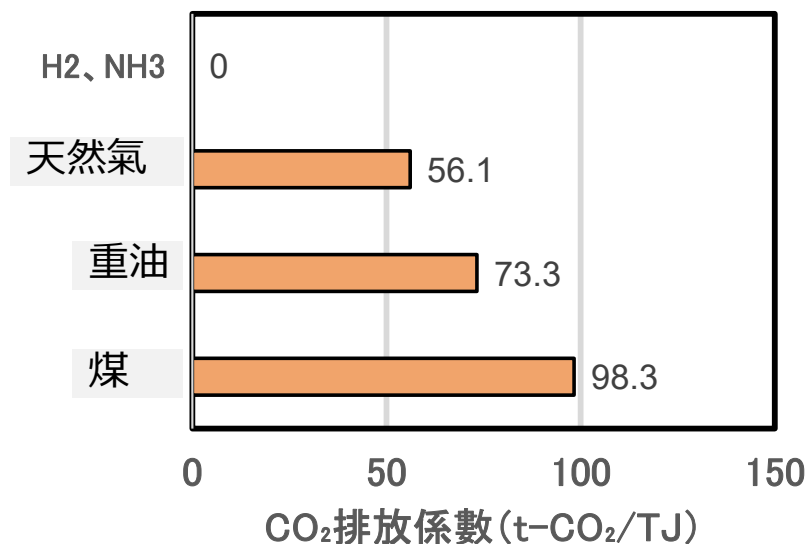


※ WP：白燃料粒(white pellet)、BP：黑燃料粒(black pellet)
生物質屬於碳中和性，CO₂排放量被視為零。

燃料多樣化相關重點

- ◆利用高效率、高環保性化石燃料 ⇒ 擴大利用天然氣
- ◆減少溫室效應氣體 ⇒ 引進生質燃料
- ◆利用將來替代天然氣的燃料 ⇒ 擴大利用氫氣和氨

各種燃料的CO₂排放係數



□ 環保

- CO_2 . . . CO_2 發生比例約為燃煤的60% ⇒ 防止地球暖化
- NO_x . . . 在低 NO_x 燃燒器上搭配採用廢氣再循環或蒸氣噴射等對策，可大幅減低 NO_x 。
- SO_x . . . 零
- 煤塵 . . . 零

□ 提升企業形象

- 使用友善地球環境的能源
- 與永續發展目標 (SDGs) 相連結

< 世界共通目標 >

將地球平均上升氣溫確實維持在低於 2°C 的水準，並致力抑制在 1.5°C 以內。

□ 設備簡約

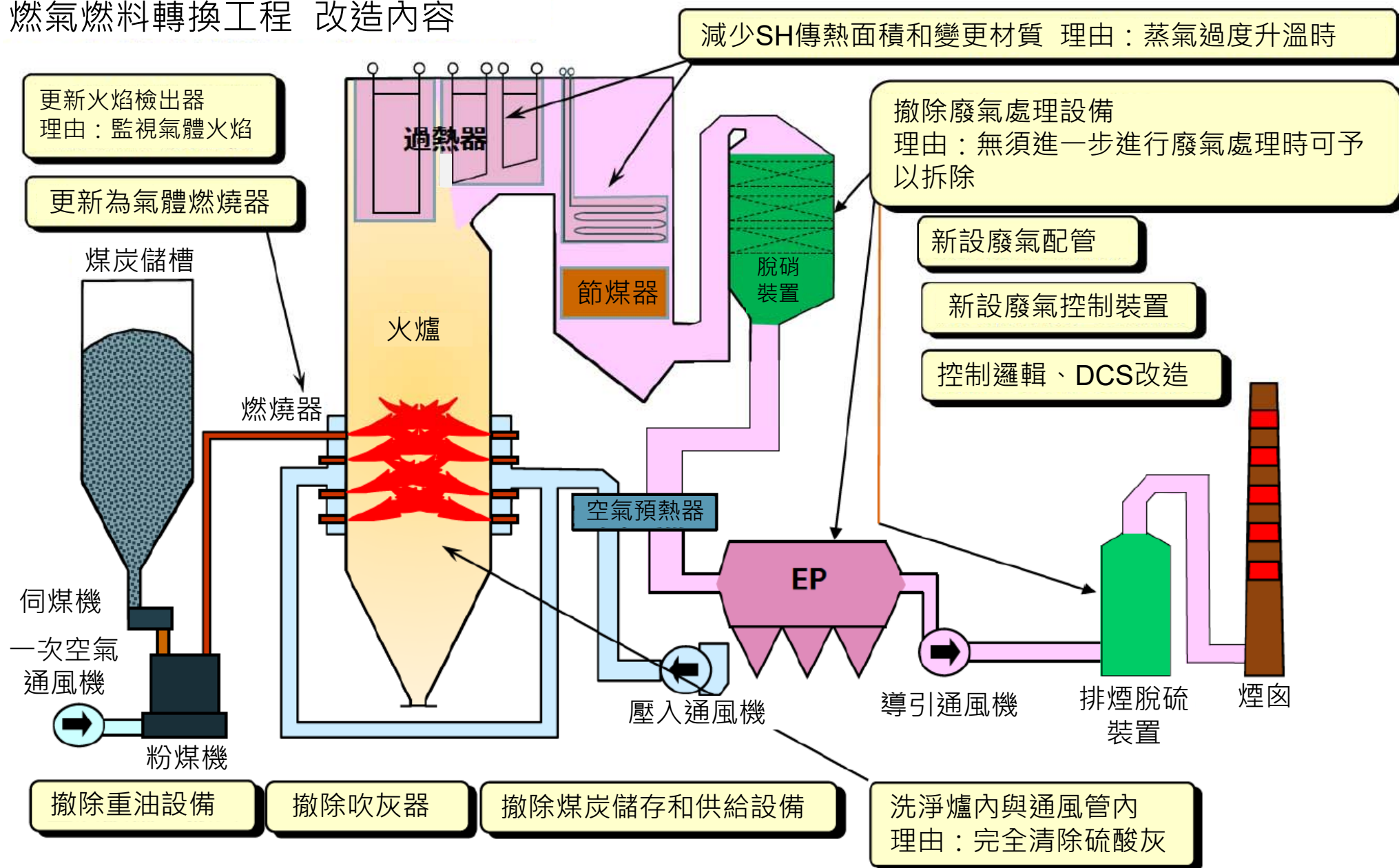
- 煤炭（及重油）儲存 / 供給設備⇒不需要
 - 煤灰處理設備⇒不需要
 - 廢氣處理設備（脫硝裝置 / 脫硫裝置 / 集塵裝置）⇒不需要
（依NO_x排放標準脫硝裝置可能需要繼續使用）
- ⇒可有效利用撤除上述「非必要設備」後的閒置空間

□ 節省成本

- 上述非必要設備的維修和營運成本⇒不需要
- 爐內、風煙道、節煤器、空氣預熱器等積灰變少，能降低歲修費用及並縮短歲修期間。⇒提升鍋爐運作率
- 廢氣中無腐蝕成分，能延長鍋爐和風煙道等的壽命。

1.3 燃氣燃料轉換的改造內容

燃氣燃料轉換工程 改造內容



1.4 實例介紹

從燃煤改造為燃氣鍋爐的日本實例介紹

1. 鍋爐規格

蒸發量：70t/h

蒸氣壓力：11.1/10.2MPaG
(最大 / 常用)

主蒸氣溫度：503°C

供水溫度：171.8°C

使用燃料：煤碳→都市瓦斯

通風方式：平衡通風

交機年份：1986年

改造年份：2021年

2. 改造內容

①改造燃燒器、新設瓦斯配管
(撤除油槍、煤炭燃燒器)

②撤除吹灰器

③新設※¹蒸氣噴射(Steam Injection)設備

④DCS改造 (客戶掌管)

※¹蒸氣噴射(Steam Injection)：對燃燒用空氣注入蒸氣，使NO_x降低。

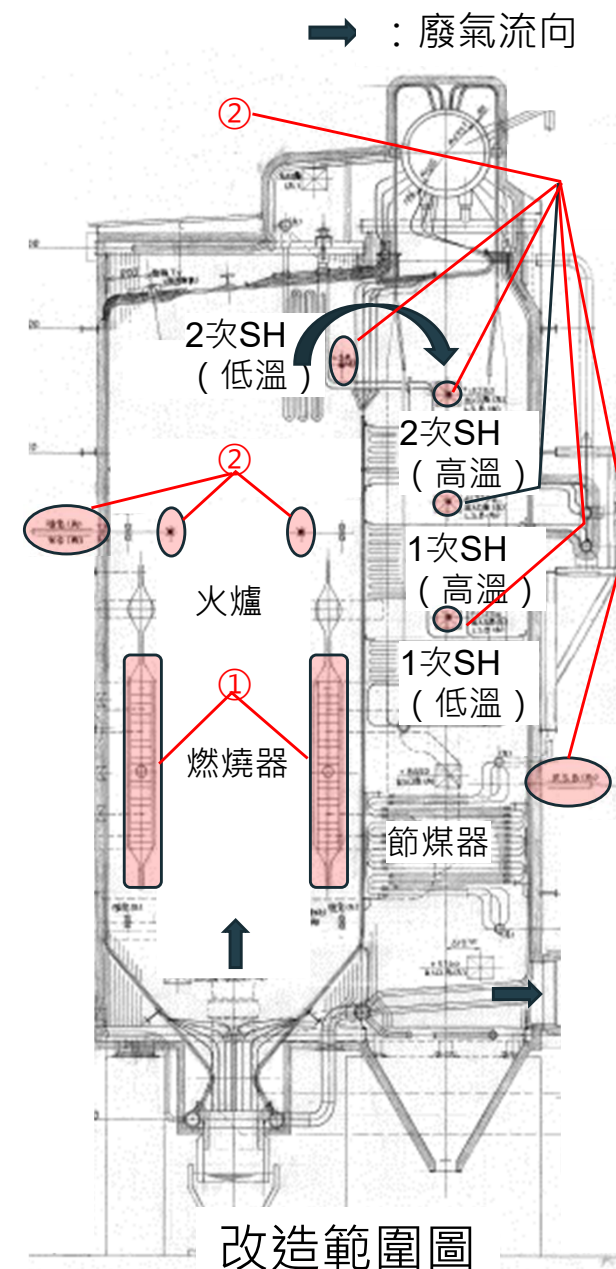
3. 工程施工計畫期間

訂單：2020年8月

交機：2021年9月

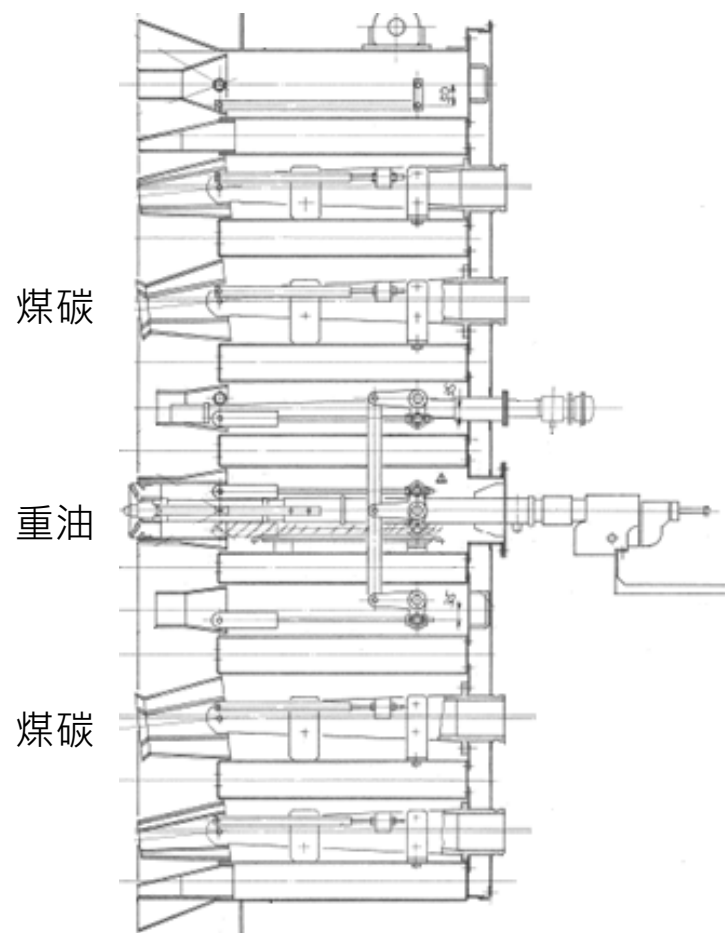
工期：※²約2個月
(鍋爐停止期間：1個月)

※²在鍋爐運作期間，先實施配管預製或對鍋爐周圍設置支架等。

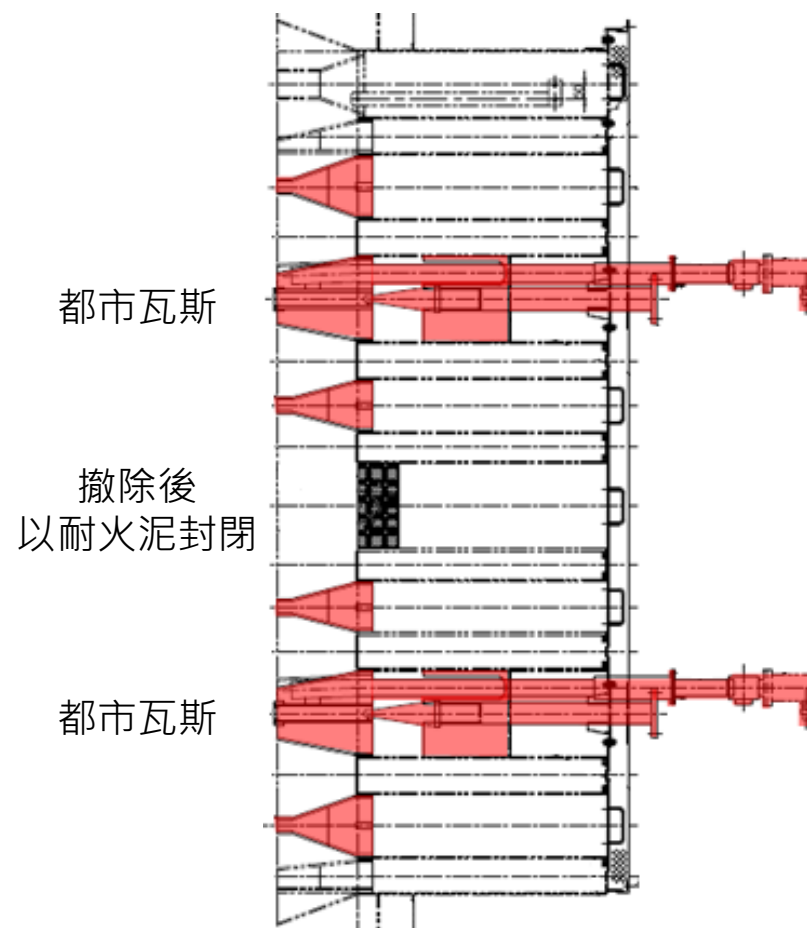


4. 燃燒器的改造細節

■: 改造範圍



【改造前】



【改造後】

2. 關於生質燃燒的燃料轉換改造

2.1 生質燃料

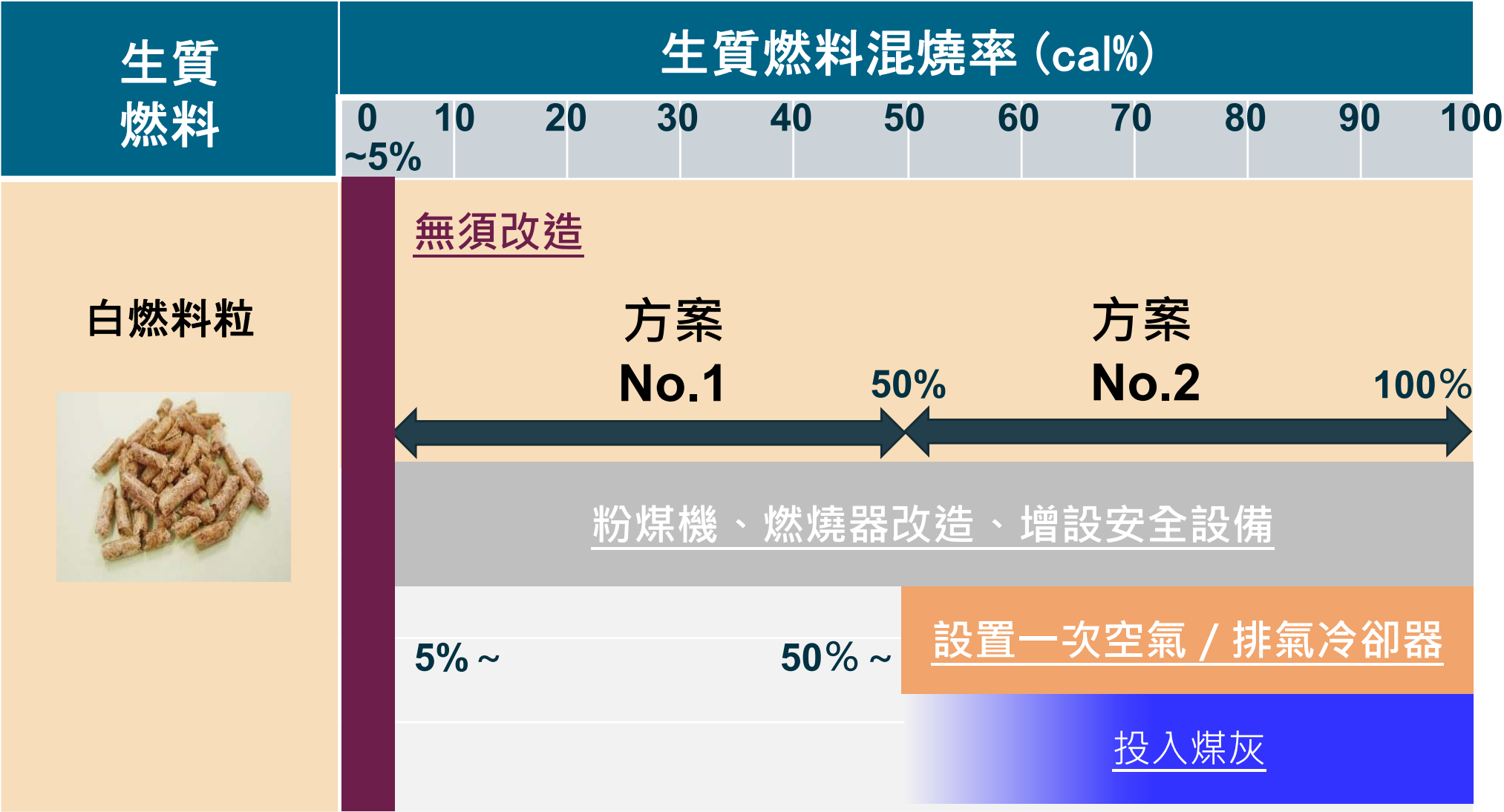
生質燃料的種類

※PKS = Palm Kernel Shell · 搾油後的棕櫚殼。

燃料		煤碳	木質系生物質			
		瀝青炭	白 燃料粒	黑 燃料粒	木屑	PKS
相片						
性質	LHV (kcal/kg)	6,000	4,000~ 5,000	5,000	1,800~ 2,000	3,400
	水分 (%)	10~20%	5~10% 前後	1~5%	30~50%	25%
燃料價格 (每kg)		1 (基礎)	2~3左右	4~6左右	2~3左右	1左右
特徵			供給量多、被 廣泛使用	透過熱處理 而改變性狀 有供給量的 問題	在流動層和 爐床(stoker) 上使用	在流動層和 爐床上使用

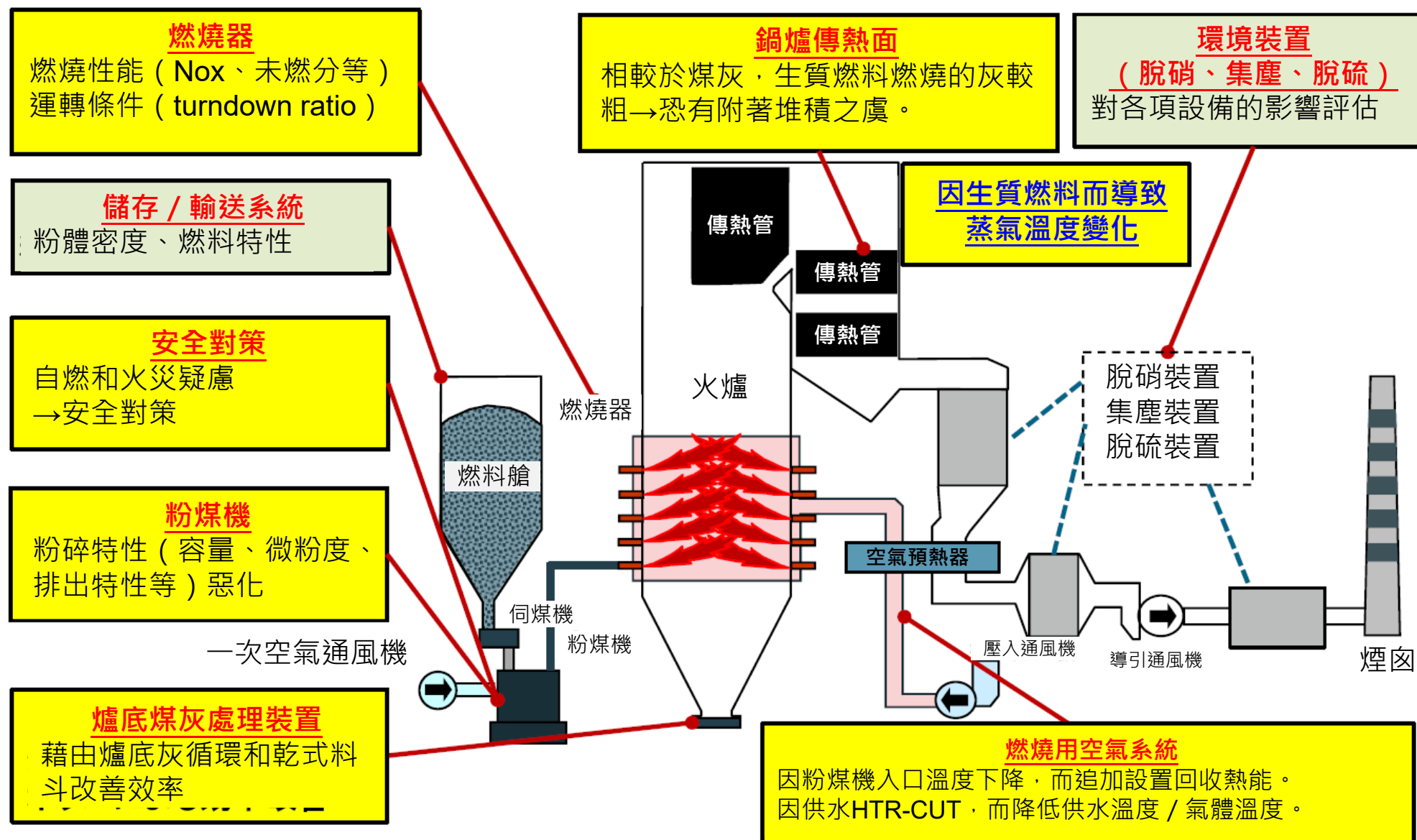
具代表性的生質燃料和改造項目

註：系統最佳化和改造範圍依各廠設備及生質燃料的種類而異



2.2 燃煤鍋爐改為生質燃料混燒

使用生質燃料時的設計考量重點



2.3 燃煤混燒生質燃料的燃燒實績

方案No.1：30cal% 混生物質燃燒實績

Soma Energy Park LLC.



生質燃料火焰

燃煤火焰

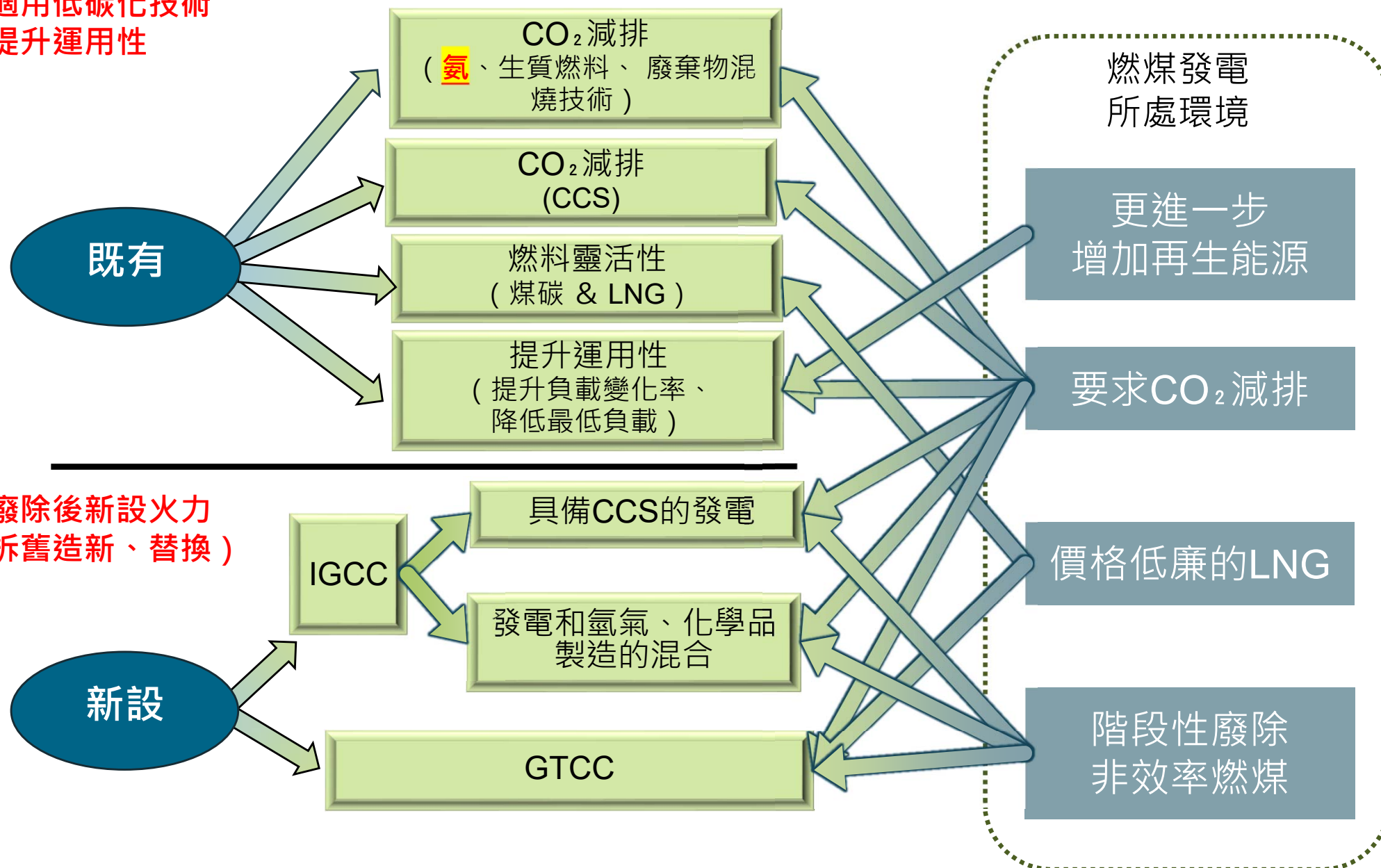
發電量	MW	112
蒸發量	t/h	355
蒸氣壓力	MPag	16.7
蒸氣溫度	℃	569
主燃料	-	無煙煤/ 木質顆粒 (白燃料粒)
燃燒系統		磨粉機3台/燃燒器3段 中段為煤碳/生質燃料 兩用系統
最大混燒率	cal%	34 cal% (@100% Load)
商轉		2018/3
運作實績	1. 試俾初期以專燒煤碳 (3台磨粉機) 方式運作。 2. 將中段的磨粉機/燃燒器，切換為專燒生質燃料，以混燒比率30cal%運作。	

3. 關於燃煤發電的混氨燃燒

3.1 今後燃煤發電的需求

①適用低碳化技術

②提升運用性



擴大利用氨的趨勢

- 目前氨大多用於生產肥料，但未來可望與氫氣一樣成為不排放CO₂的能源。
- 運用氨的優點：
 - (a) 氫氣含有率高
 - (b) 不同於氫氣，較易液化。（適合運送）
 - (c) 可利用既有的製造、輸送、儲存技術
 - (d) 直接燃燒或氫化後，可作為鍋爐、燃氣輪機、燃料電池的燃料使用等。

課題

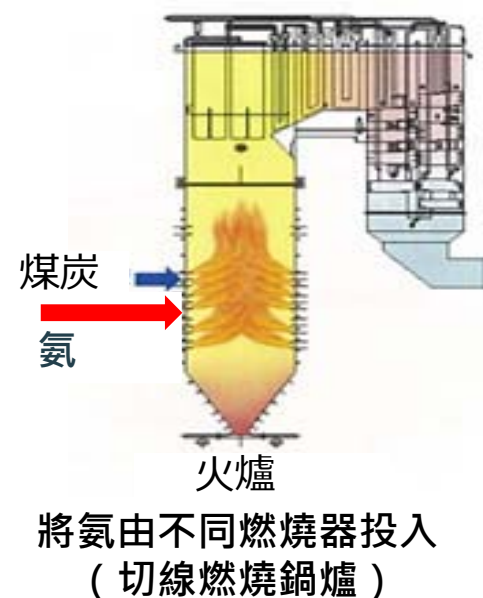
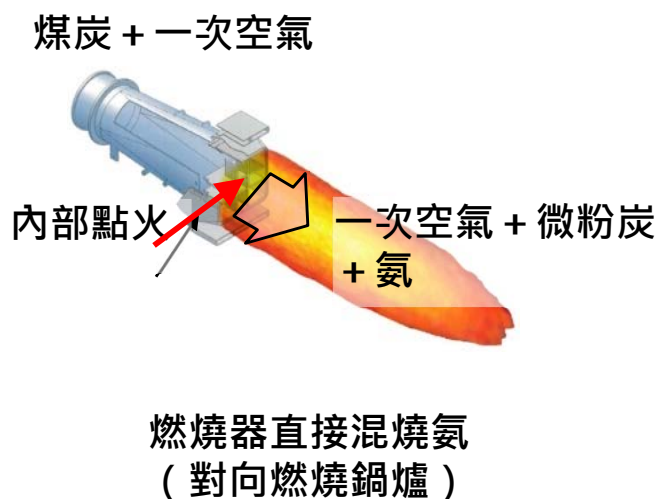
- 確立氨設備的安全性（法規修訂）
- 目前在氨製造上，一般均採用天然氣改質及合成製法，無法不產出CO₂。
（從甲烷合成氨）
→ **必須透過CCUS（碳捕捉與封存）和植木等形成無CO₂化**
- 氨價格與天然氣價格息息相關，相對高於化石燃料價格。
- 目前氨主要用於肥料等用途（“本地生產本地消費”），貿易量少。
（全球產量約2億噸 / 年，相對之下貿易量約為2000萬噸 / 年。）

→ **在推廣氨燃料上，必須低價穩定供給無CO₂的氨。**

關於混燒技術

- 可藉由適當的燃燒系統（包括燃燒器），將NO_x的排放抑制在最小限度。
- 由於氨和粉煤的燃燒速度幾乎相同，改造範圍可限定在燃料供給系統和燃燒器。（可能必須依NO_x法規內容改造和新增脫硝裝置。）
- 即便氨的供給不穩定，仍可使用煤炭發電。

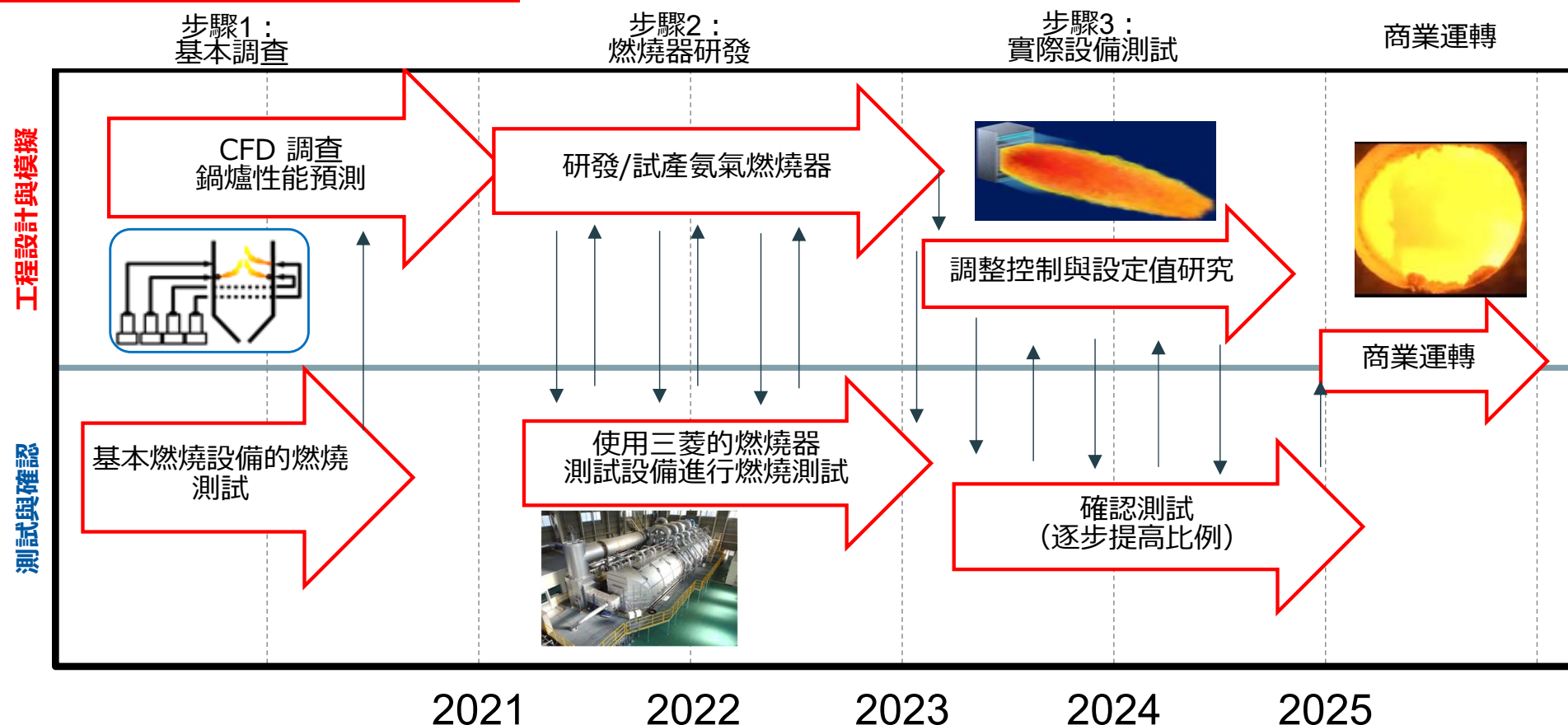
開發中



Confidential

混氨燃燒技術實用化

① 混氨燃燒技術開發時程



② 混氨燃燒目標

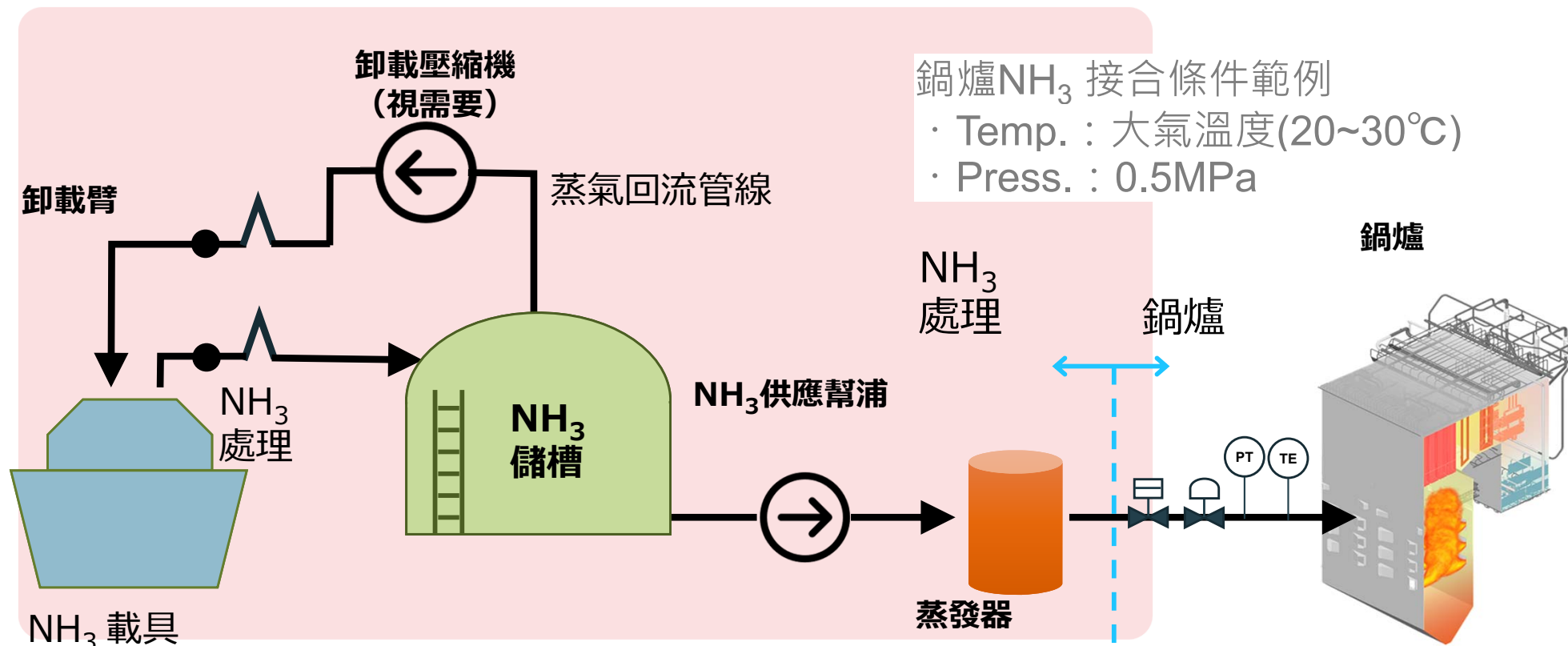
首先將混燒率20～50cal%左右訂為開發目標。

燃煤鍋爐的混氨燃燒改造，主要為燃燒器改造和追加設置燃料配管。

(也有必須調整傳熱面的案例)

氨供給系統的典型示意圖

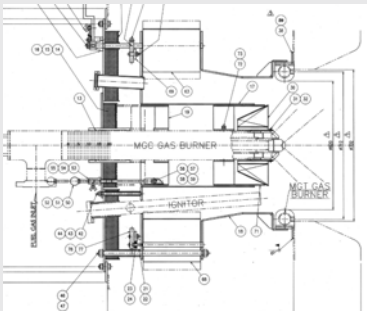
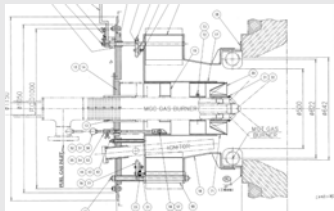
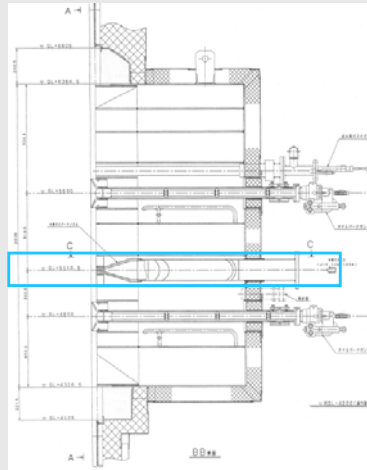
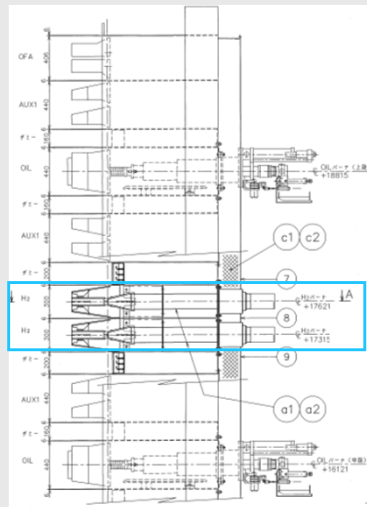
- ✓ 在氨儲存和供給系統上，因設想氨為液相狀態，必須在加壓或低溫（-33℃以下）環境下進行供給。
- ✓ 除了改造鍋爐本體之外，還可能需要造價數億美元的氨供給系統。



4. 關於氫氣燃燒

4.1 富氫燃氣實績

本公司已有豐富的富氫氣體的實機成果，皆為氫氣壓力較低的設備。

廠房		A	B	C	D
主蒸氣量 (t/h)		75	22	295	300
鍋爐形式		箱型鍋爐	箱型鍋爐	自然循環鍋爐	自然循環鍋爐
主燃料		C重油	原油	OIL	煤碳
氫氣燃料	燃料種類	衍生氣體 (可專燃)	富氫氣體 (混燒)	富氫氣體 (混燒)	富氫氣體 (混燒)
	氫氣含有比例 (mol%)	69.39	99.9	30.92	49.9
	燃燒量 (Nm ³ /h)	5460	4000	4800	24300
	供給壓力 (kPa)	70	10	10.1	147
風箱組成					
完工時期		2003年5月	2005年6月	1974年9月	1962年4月 2021年6月 (改造)

4.2 氫氣的特徵、作為燃料的特徵、待解決的課題

項 目	物理／化學性質		
	氫氣 (H ₂)	丙烷 (C ₃ H ₈)	甲烷 (CH ₄)
分子量	2.0159	44.096	16.04
比重 (相對密度)	0.0695 (空氣=1)	1.523 (空氣=1)	0.56 (空氣=1)
低階發熱量	10.8 (MJ/m ³ N)	91.3 (MJ/m ³ N)	35.8 (MJ/ m ³ N)
可燃範圍	4.0~75.0 (%)	2.1~9.5 (%)	5.5~14.0 (%)
火焰顏色	非光焰	光焰	光焰~非光焰
自燃溫度	571.2 (°C)	450 (°C)	650 (°C)
燃燒速度 (層流)	約3 (m/s)	約0.4 (m/s)	約0.4 (m/s)
NOx (空氣過剩率：1.1)	約基礎的2~3倍	基礎	約基礎的0.7倍
燃燒生成物	H ₂ O、NOx	CO ₂ 、H ₂ O、NOx、CO	CO ₂ 、H ₂ O、NOx、CO



特徵	應解決的課題
氫氣在單位體積的熱值低於LNG和LPG	以低壓使用時，會因設備偏向大型規模而提高成本，需盡可能以高壓狀態使用
氫氣燃燒速度快	防止逆火現象
	抑制燃燒振動
氫氣燃燒溫度高，NO _x 容易變高。	熱性NO _x 產量大增
氫氣火焰亮度低	確立火焰監視方法

4.3 氫氣燃燒器開發情況

應解決的課題	開發情況
以低壓使用時，會因設備偏向大型規模而提高成本，需盡可能以高壓狀態使用	氣體供給壓力：以80~900kPa確認穩定燃燒氫氣 【NO _x 特性】氫氣高壓化 相較於燃燒LPG時，專燒氫氣時NO _x 約為2.5倍。 氫氣在高壓狀態下，NO _x 呈現降低傾向。
防止逆火現象	確認不因逆火而造成噴嘴前端赤熱及燒損
抑制燃燒振動	確認無論在任何條件下，皆未發生燃燒振動(1≤5Pa)
熱性NO _x 產量大增，需確認降低NO _x 的技術	取得NO _x 特性資料， 達成目標NO _x 60ppm以下。 ①低NO _x 燃燒器、②二段燃燒、 ③廢氣混合、④水噴霧
火焰監視方法	可透過紫外線式火焰檢出器穩定檢測 冷爐狀態下，可利用攝錄影機、紫外線及近紅外攝影機監視。

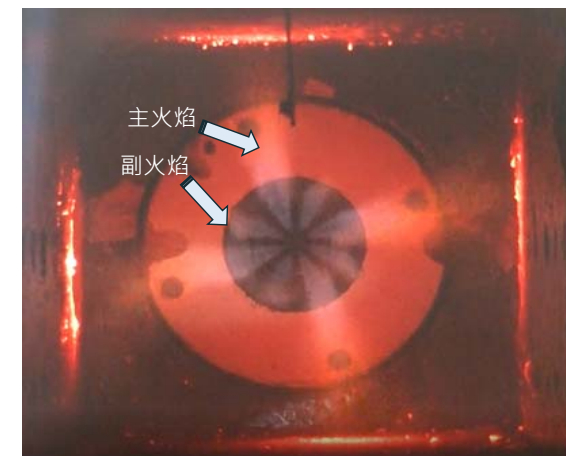
已藉由新開發的燃燒器，
確認可在高壓狀態下達成，
無逆火和振動並穩定燃燒
的成果。

【運行條件】

氫氣供給壓力：900kPa

空氣比：1.1

空氣溫度：常溫

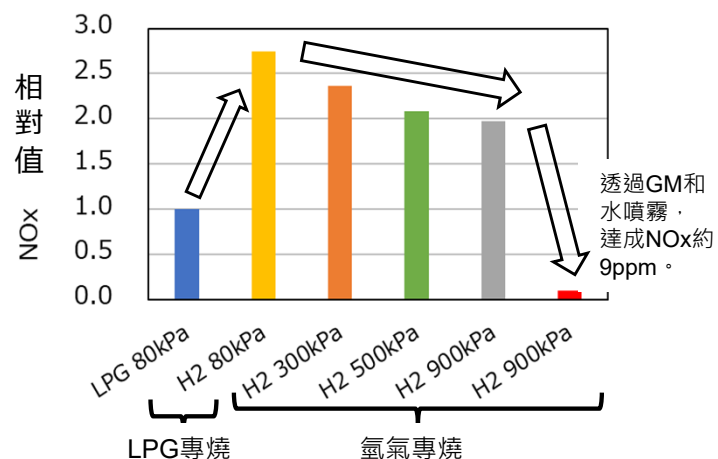


專燒氫氣

(使用攝錄影機拍攝，從窺視孔觀察燃燒器正面。)

【NO_x特性】氫氣高壓化

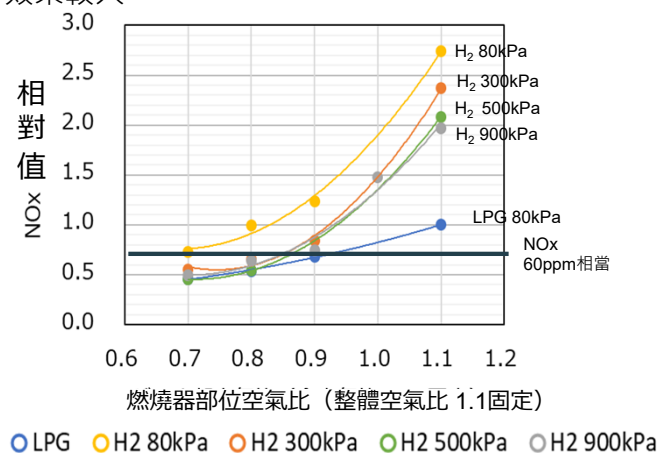
相較於燃燒LPG時，專燒氫氣時NO_x約為2.5倍。
氫氣在高壓狀態下，NO_x呈現降低傾向。



【NO_x特性】二段燃燒

即便在專燒氫氣中，NO_x也降低到同於LPG專燒程度的等級。

相較於LPG，專燒氫氣對二段燃燒減低NO_x的效果較大。



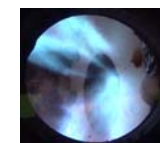
【試驗結果】火焰可視化

【評價】

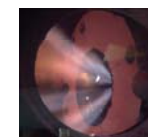
火焰顏色淡，但冷爐狀態下可透過目視及各種攝影機辨識火焰。

鍋爐壁赤熱時，無法透過目視及各種攝影機辨識火焰。

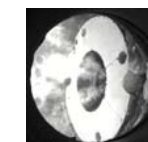
另一方面，即便鍋爐壁赤熱，仍可透過紫外線火焰檢出器穩定檢測。



LPG專燒、攝錄影機



專燒氫氣、攝錄影機



專燒氫氣、近紅外線攝影機

三菱重工業股份有限公司
SPMI事業部
能源轉型 & 電力事業本部

佐伯 隆太
+81-(0)90-2404-7212
ryuta.saeki.jp@mhi.com

日商三菱動力股份有限公司台北分公司
業務部門

童 偉誠

0978-672-290
weicheng.tung.cm@mhi.com

MOVE THE WORLD FORWARD

mitsubishi
heavy
industries
group



Mitsubishi Heavy Industries Power IDS, Ltd.