

# 6.1 研究項目①

## システム設計

三菱日立パワーシステムズ株式会社  
株式会社東芝  
富士電機株式会社  
株式会社 IHI  
三菱重工業株式会社

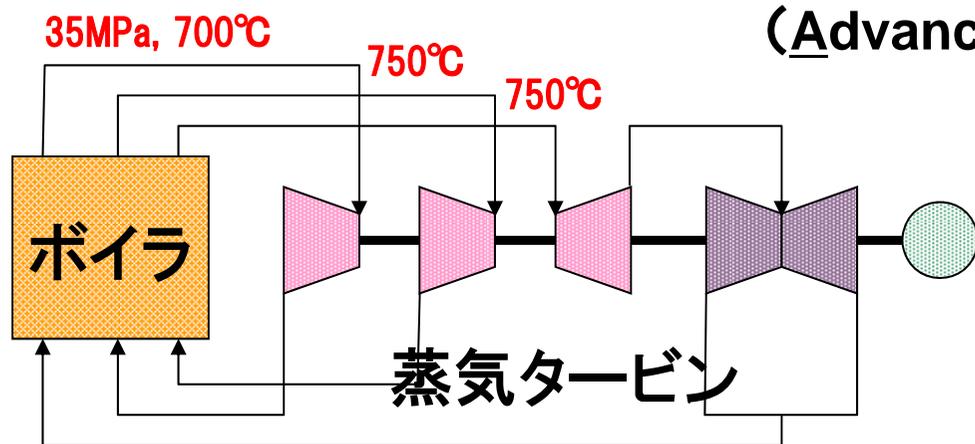
# 目次

- 6.1 研究項目①システム設計
  - 6.1.1 設計意義と目標
  - 6.1.2 基本的な考え方
  - 6.1.3 候補材料とプラント適用材料
  - 6.1.4 各種設計比較
  - 6.1.5 経済性評価例及びCO<sub>2</sub>排出量
  - 6.1.6 まとめ

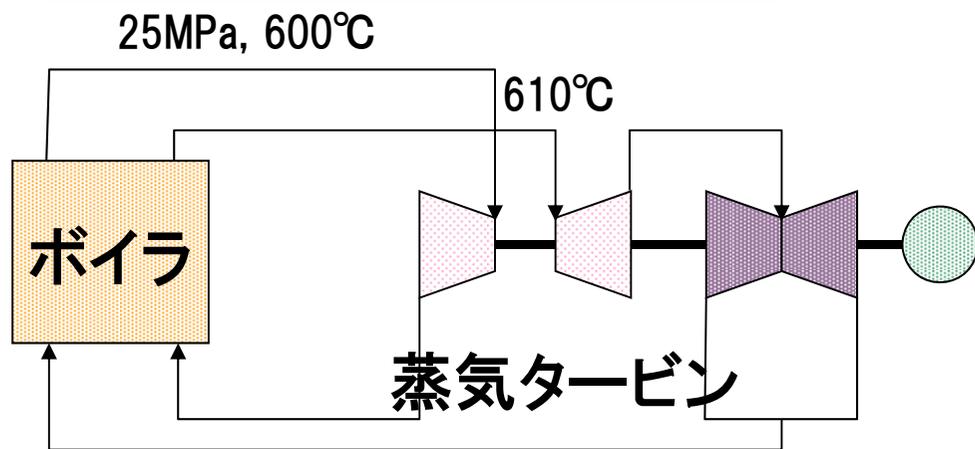
# 6.1.1 設計意義と目標

経産省「先進超々臨界圧発電実用化要素技術開発補助金」事業が2008年～2016年  
にかけ採択。石炭火力発電の送電端効率46-48%以上の達成を目指す

## A-USC:700°C超級の次世代超々臨界圧プラント (Advanced-Ultra Super Critical)



**A-USC**  
送電端熱効率 46～48%(HHV)



USC(最新石炭火力技術)  
送電端熱効率 42%(HHV)

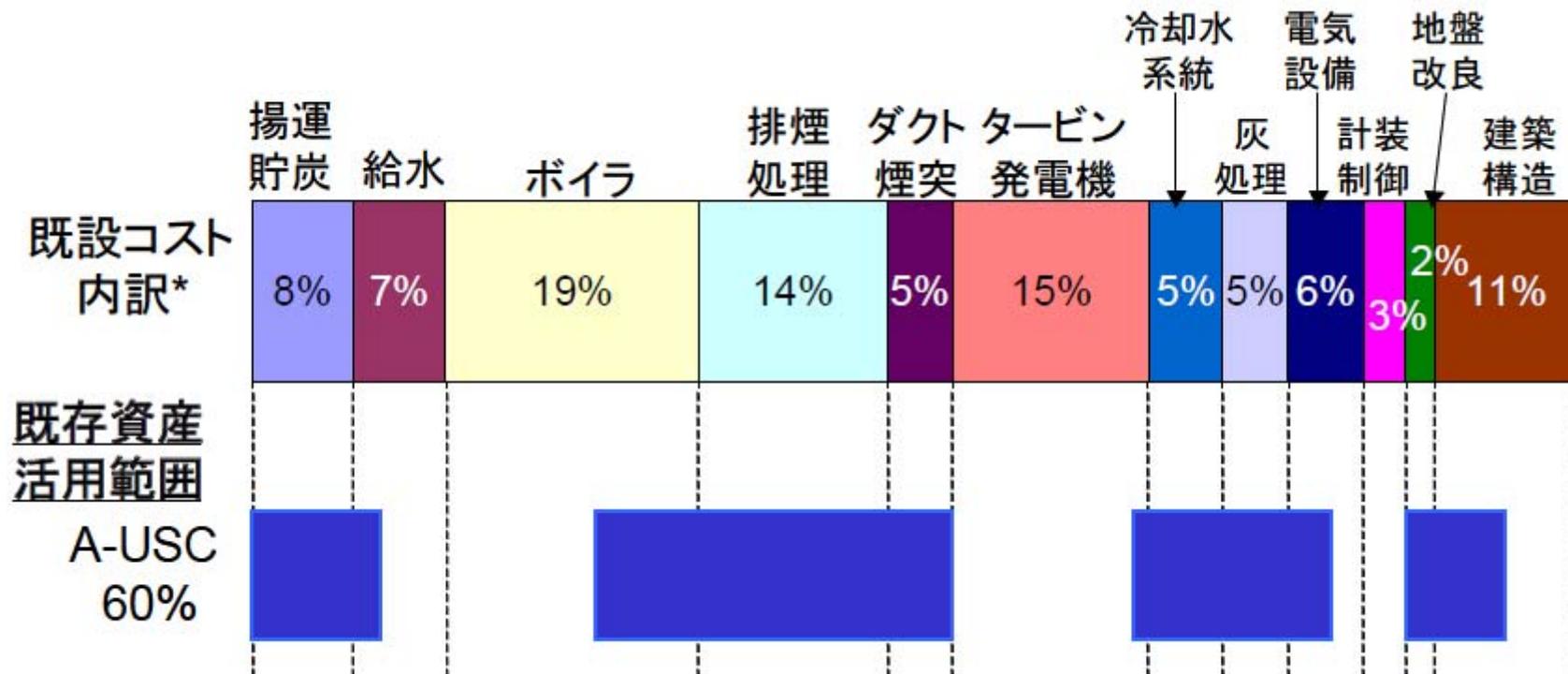


## 6.1.2 基本的な考え方

- 運開後30年以上経過した石炭火力プラントをモデルベースとする。  
新設 or リプレイスによる高効率化をターゲット
  - 蒸気条件が類似のプラントが多い方が良い。(市場性高)
- 完全なスクラップ&ビルドよりも部分改修したほうが有利なプラントをモデルのベースとする。
  - ボイラ、タービン以外の設備が継続して使用可能であることを確認する。
  - ボイラ、タービンを完全に入れ替えるか、その一部をするかいくつかケースを設定する。
- 出力は500MW以上。

## 6.1.2 基本的な考え方

経年火力更新における既存資産の有効活用を勘案  
改造範囲：A-USCでは約60%既存資産活用可能



## 6.1.2 基本的な考え方

### リプレースモデル案 2008年国プロ着手時まとめ

		改造前		
		亜臨界	超臨界	
		出力範囲(MW)	150~350	500~700
		主蒸気温度(°C)	566	538~566
		主蒸気圧力(MPa)	16.6~18.6	24.1
		1987年以前運開の台数	25台	8台
改造後★	700°C (超臨界)	700°C 2段再熱	△(出力が若干小さい)★★	○
		700°C 1段再熱	△(出力が若干小さい)★★	○
		再熱700°C	△(排気湿り度検討要)	○
	現状 技術	既設と同じ蒸気条件で建替え		
		600°C 1段再熱		

備考: ★更新時期に来た高温部(ボイラ、タービン)を更新または改造すると想定

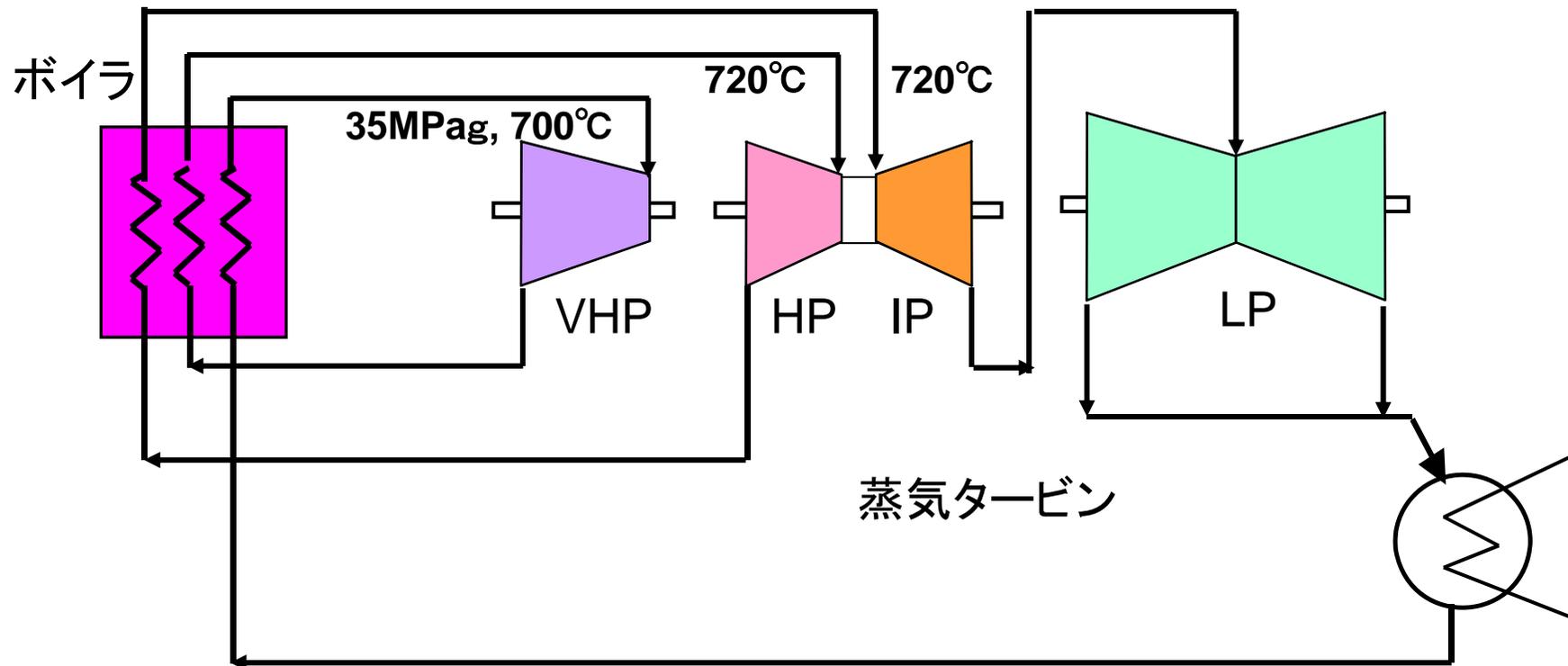
★★ 改造後の出力としては500MW以上程度が望ましい。

2台を同時に更新し500MW以上に改造するケースもありうる。

## 700°C級プラントを3ケース、600°C級プラントを1ケースを選定

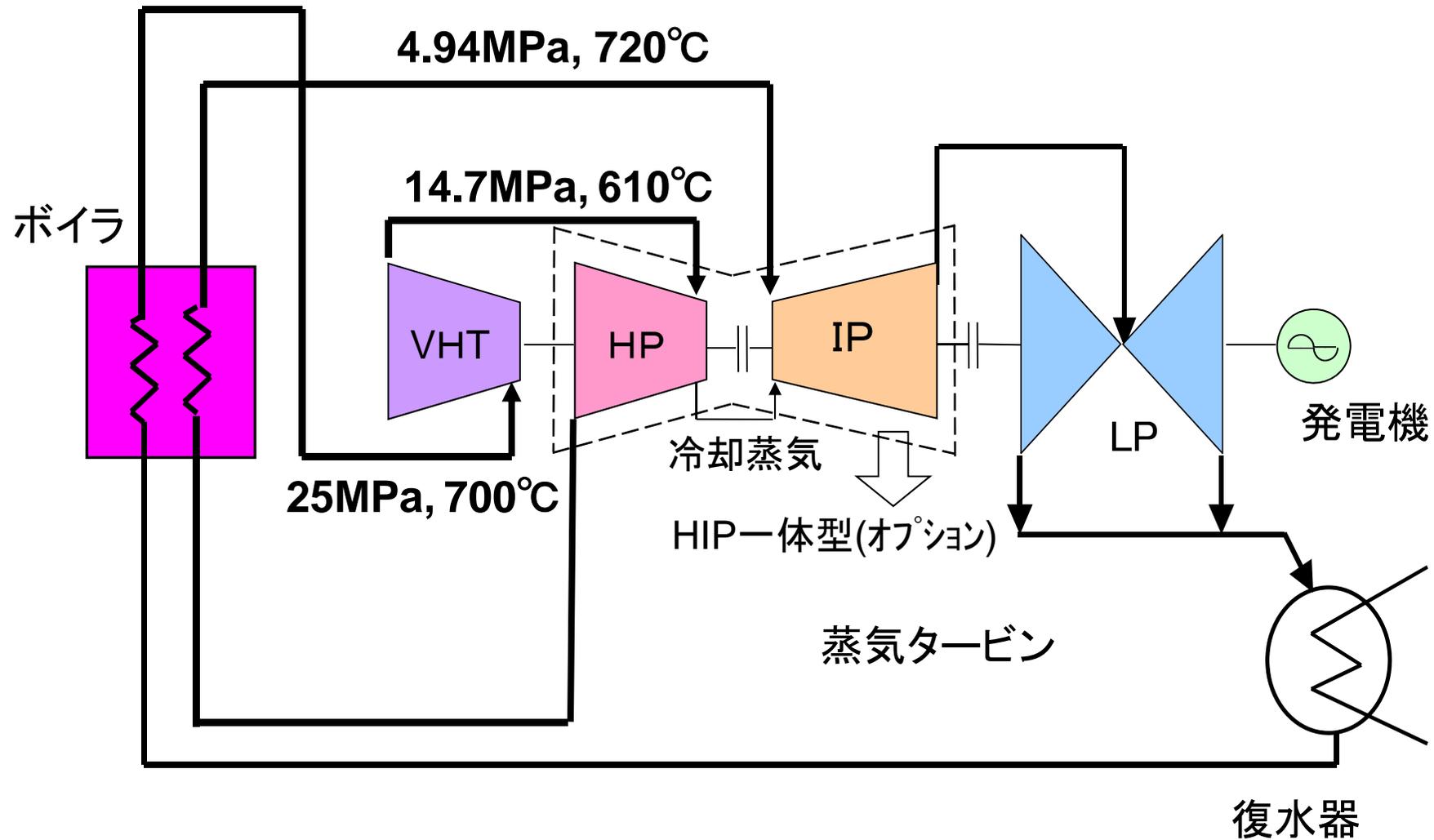
## 6.1.2 基本的な考え方

プラント基本構成図 ケースA 二段再熱



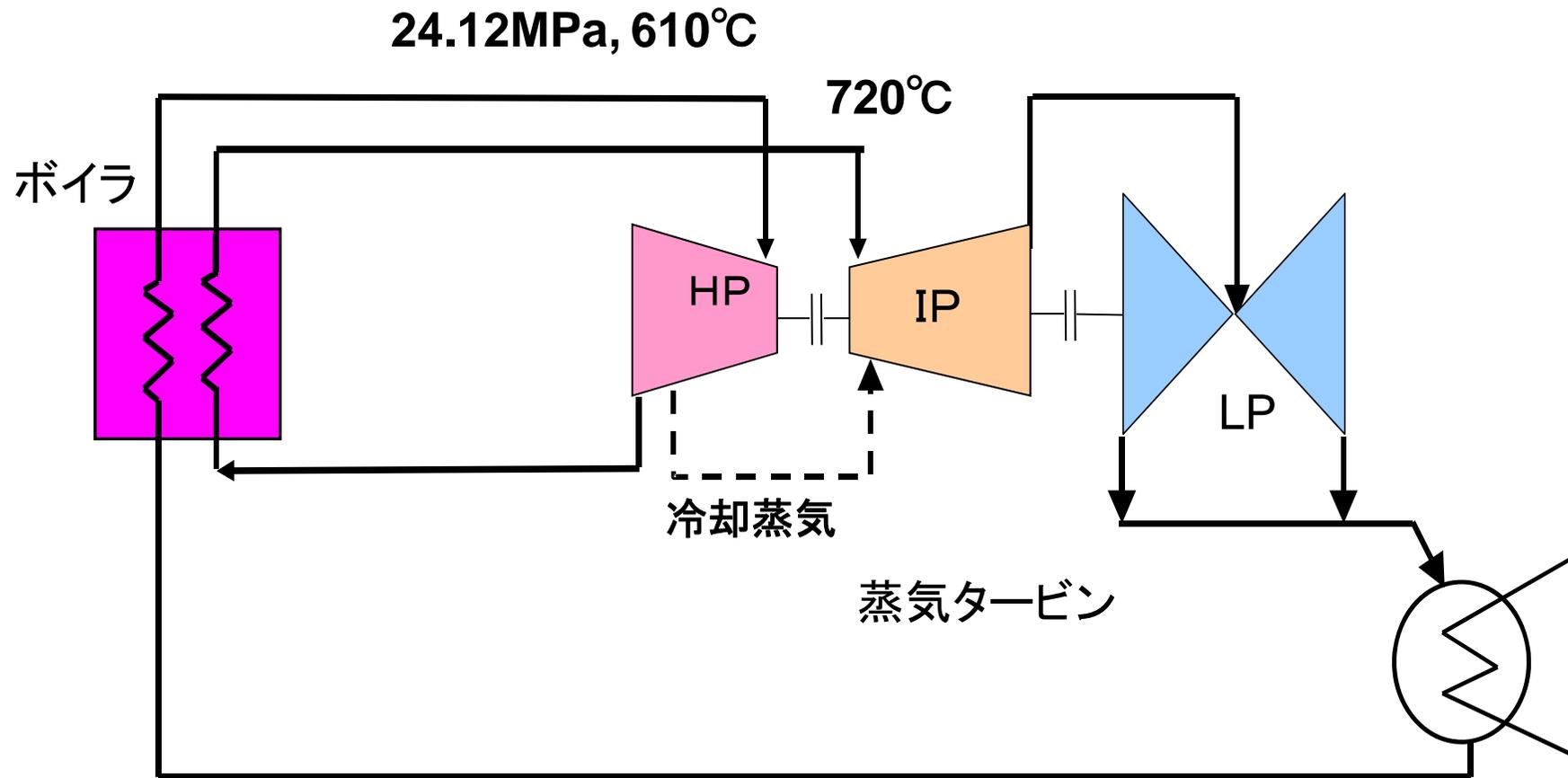
## 6.1.2 基本的な考え方

プラント基本構成図 ケースB 一段再熱



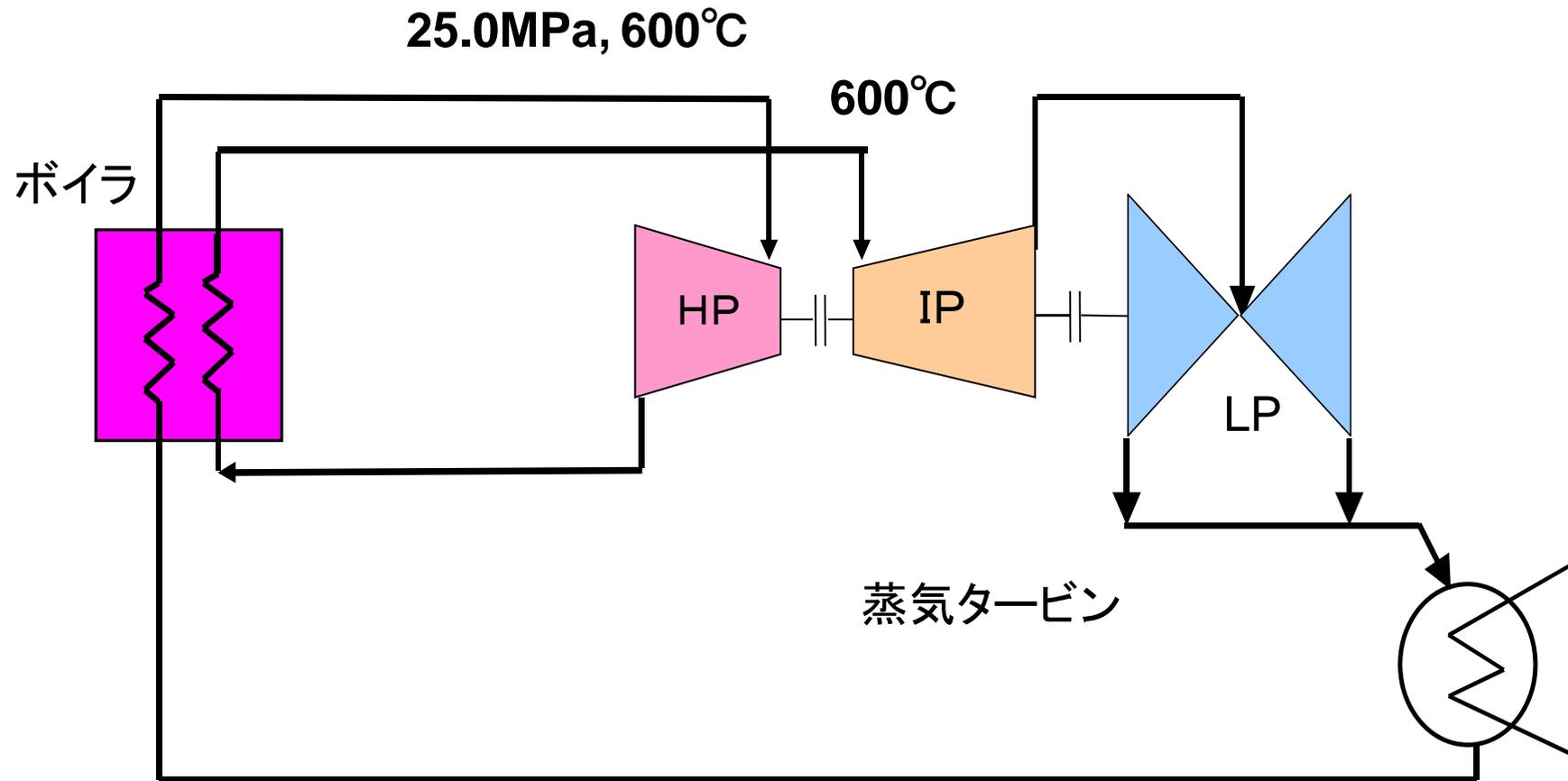
## 6.1.2 基本的な考え方

プラント基本構成図 ケースC 再熱700°C



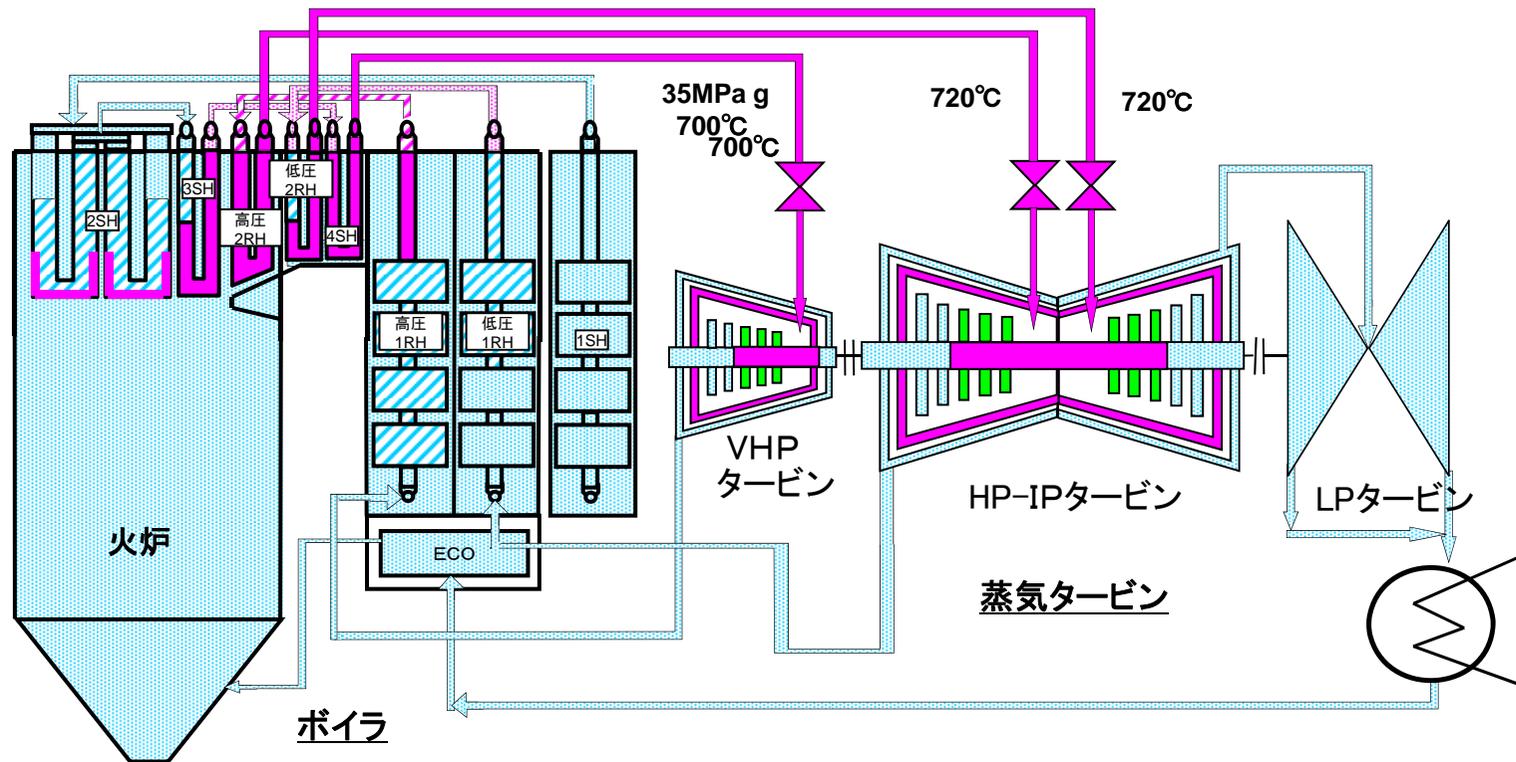
## 6.1.2 基本的な考え方

### プラント基本構成図 ケースD 600°C級USC



# 6.1.3 候補材料とプラント適用材料

ケースA:二段再熱 適用材料マップ



従来材料

フェライト系  
オーステナイト系



未実績材料

フェライト系  
オーステナイト系  
Ni基



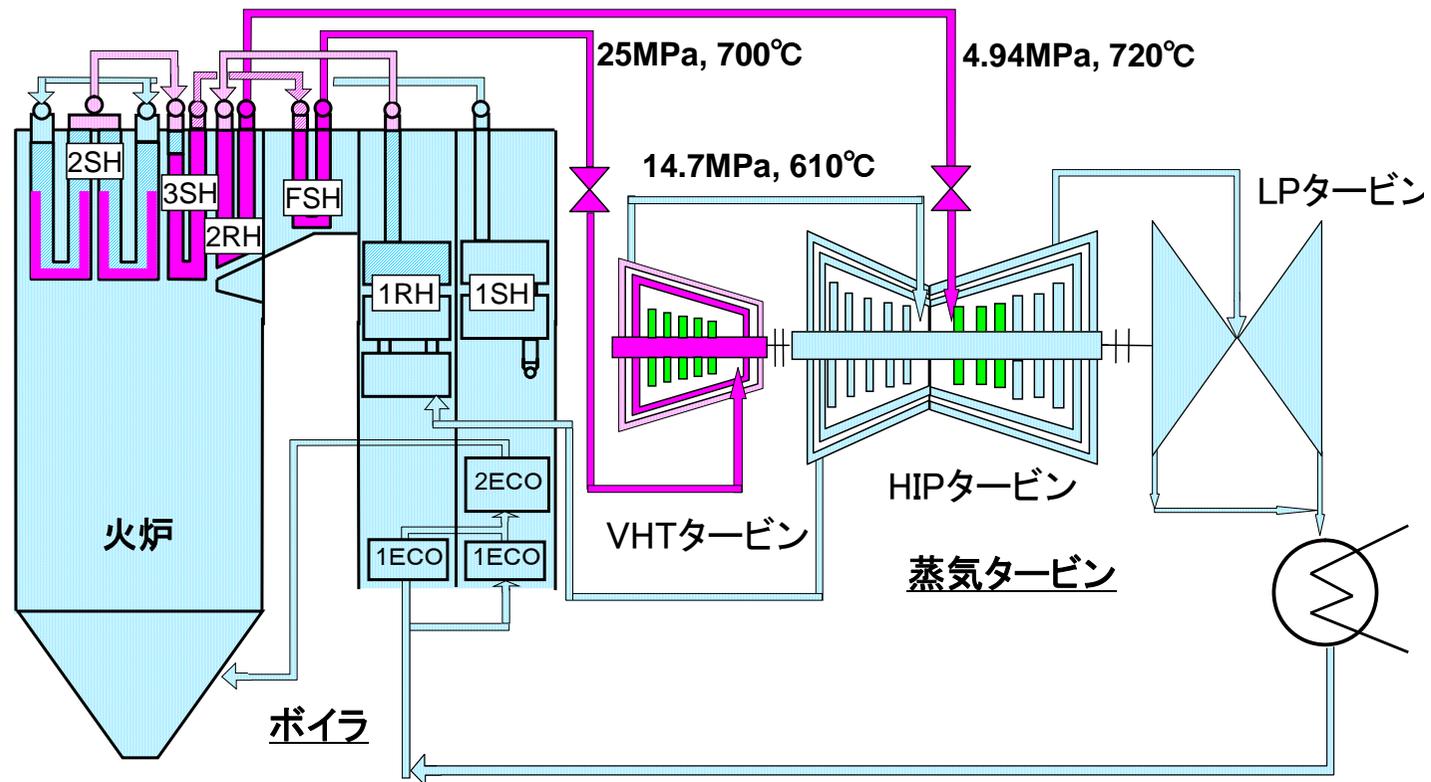
開発材料

フェライト系  
オーステナイト系  
Ni基/ Fe-Ni基



# 6.1.3 候補材料とプラント適用材料

ケースB: 一段再熱 適用材料マップ



**従来材料**

- フェライト系
- オーステナイト系

**未実績材料**

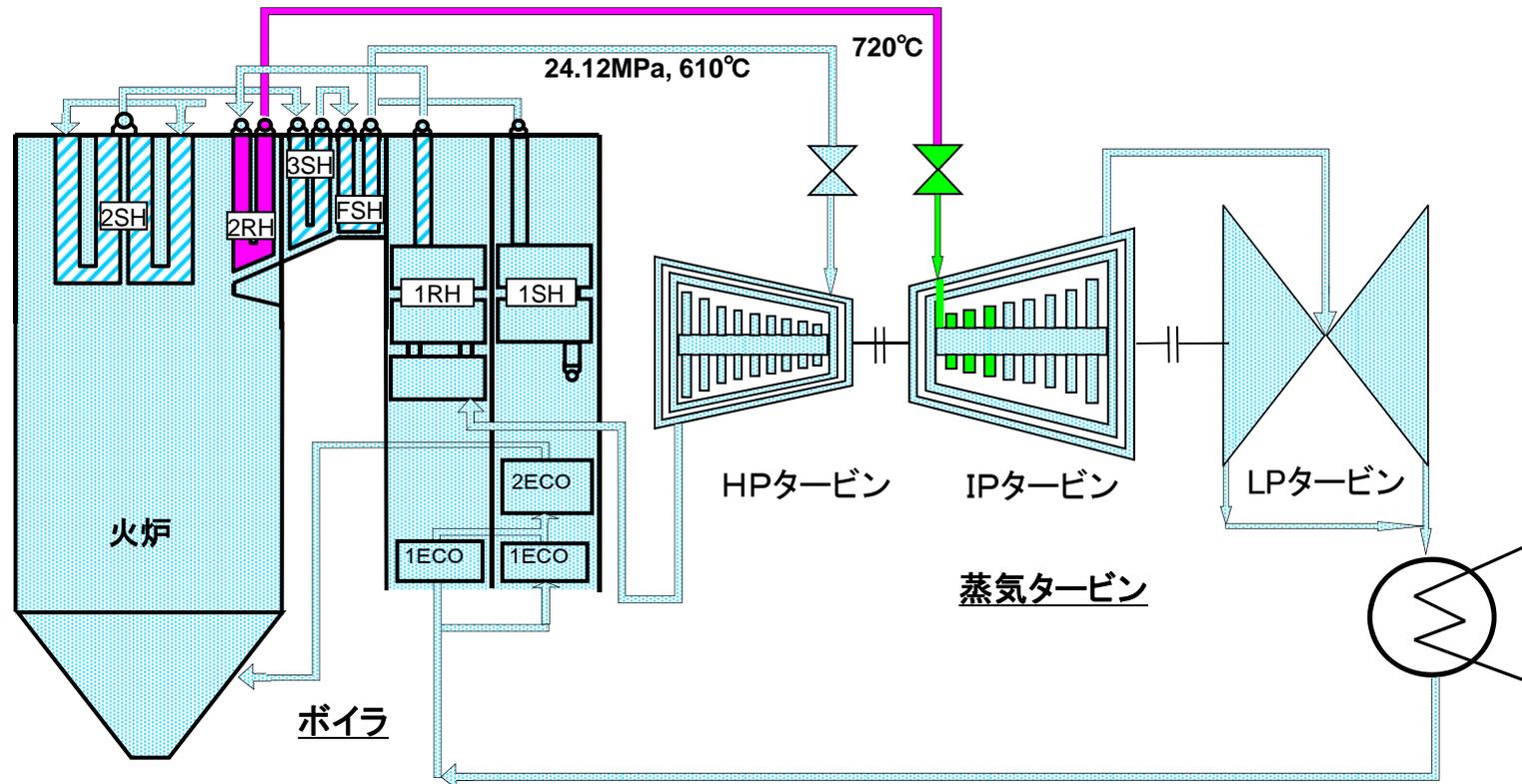
- フェライト系
- オーステナイト系
- Ni基

**開発材料**

- フェライト系
- オーステナイト系
- Ni基/Fe-Ni基

# 6.1.3 候補材料とプラント適用材料

ケースC:再熱700°C 適用材料マップ



従来材料

フェライト系  
オーステナイト系



未実績材料

フェライト系  
オーステナイト系  
Ni基/Fe-Ni基



開発材料

フェライト系  
オーステナイト系  
Ni基/Fe-Ni基



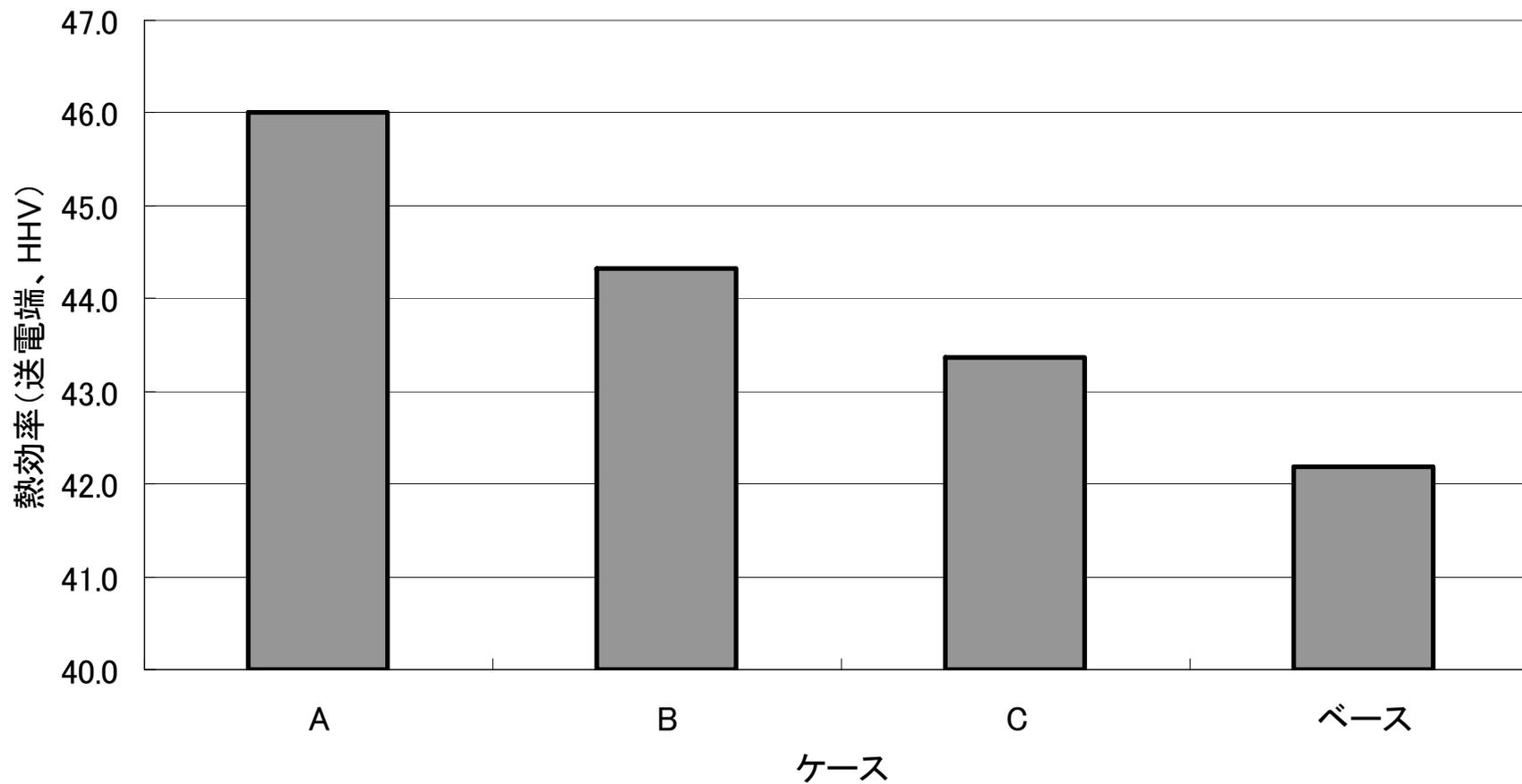
# 6.1.4 各種設計比較

## ケース毎の要項

ケース		A	B	C	ベース
プラント出力	MW	500	500	500	500
蒸気条件		35MPag 700°C/720°C/720°C	25MPag 700°C/720°C	24.1MPag 610°C/720°C	25 MPag 600°C/600°C
燃料		石炭（瀝青炭）	石炭（瀝青炭）	石炭（瀝青炭）	石炭（瀝青炭）
ボイラ形式		超臨界圧変圧貫流型二段再熱式	超臨界圧変圧貫流型再熱式	超臨界圧変圧貫流型再熱式	超臨界圧変圧貫流型再熱式
タービン形式		TC2F-45	TCDF-46	TCDF-45	TC2F-46
回転数	rpm	3600	3600	3600	3600
真空度	mmHg	722	722	722	722
タービン効率	%	53.0	51.1	50.1	48.8
送電端効率	%	46.0	44.3	43.4	42.2
ボイラ					
最大連続蒸発量	t/h	1,185	1,275	1,340	1,440
総伝熱面積	m <sup>2</sup>	73,800	50700 (節炭器フィンなし)	58,300	52,000
タービン					
車室数		3 (VHP、HIP、LP)	4 (VHTP、HP、IP、LP) 3 (VHTP、HP-IP、LP)	3 (HP、IP、LP)	3 (HP、IP、LP)

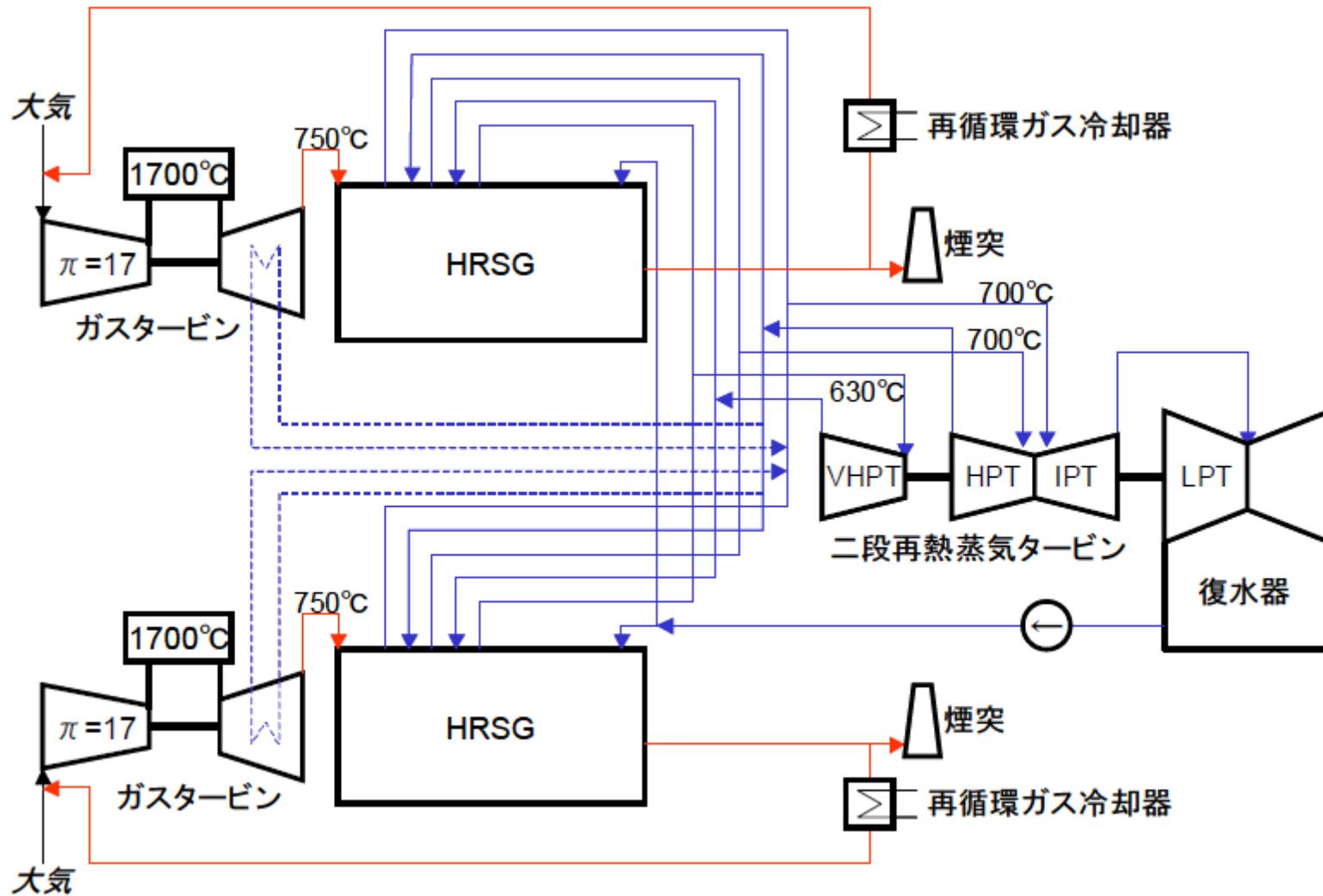
# 6.1.4 各種設計比較

各ケースの効率比較



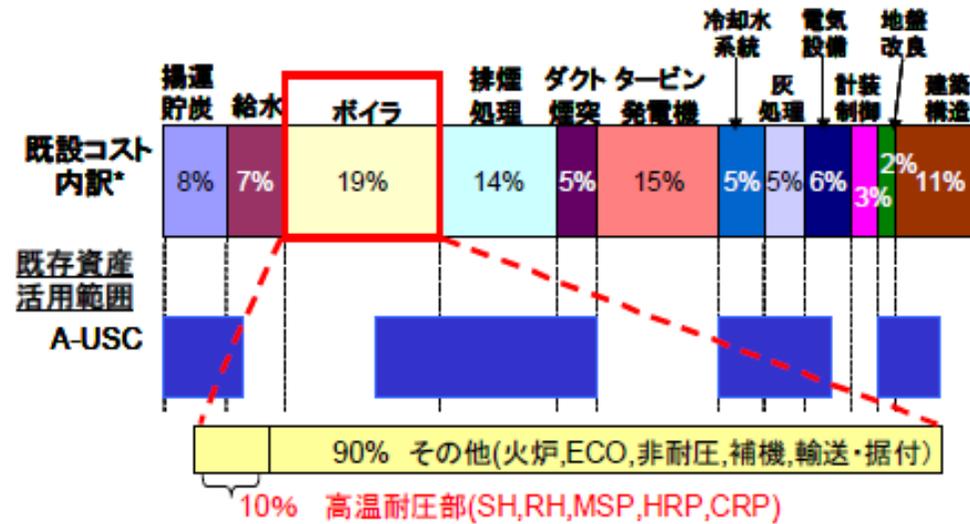
# 6.1.4 各種設計比較

GTCCボトムへの適用検討例:A-USC技術はGTCC効率向上にも寄与

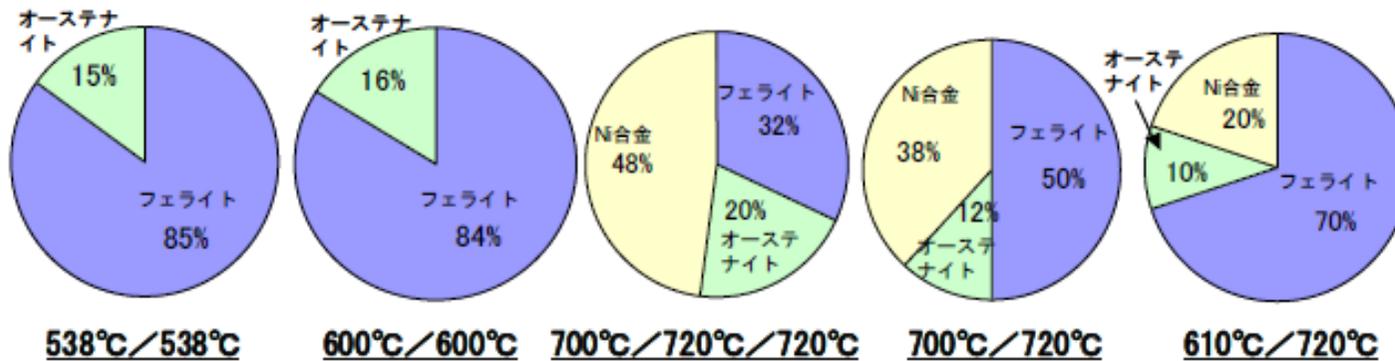


# 6.1.5 経済性評価例及びCO2排出量

ボイラ材に占める新材料の割合



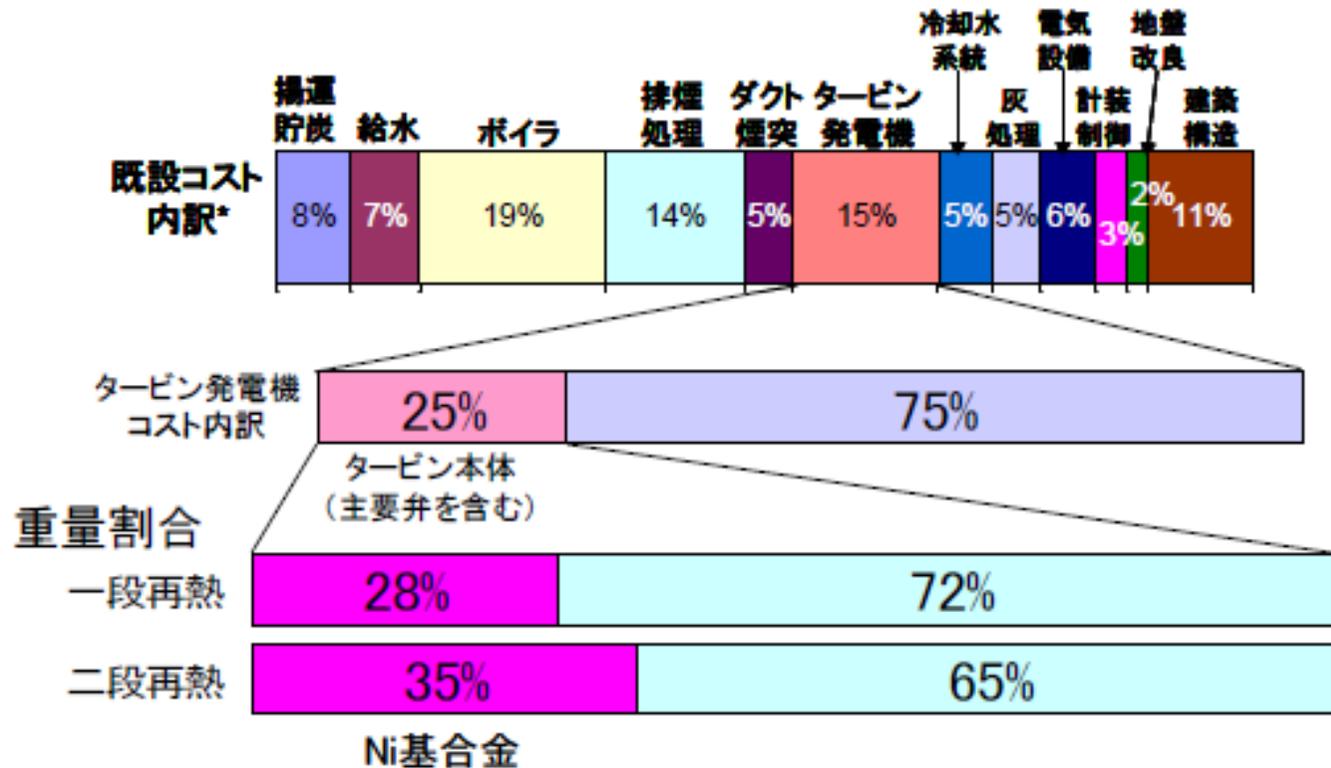
高温耐圧部の重量比率(Fe-Ni基合金での試算)



■ Ni合金の価格レベルは従来のオーステナイト鋼(火 SUS304J1HTB)に比べ5~10倍程度

# 6.1.5 経済性評価例及びCO2排出量

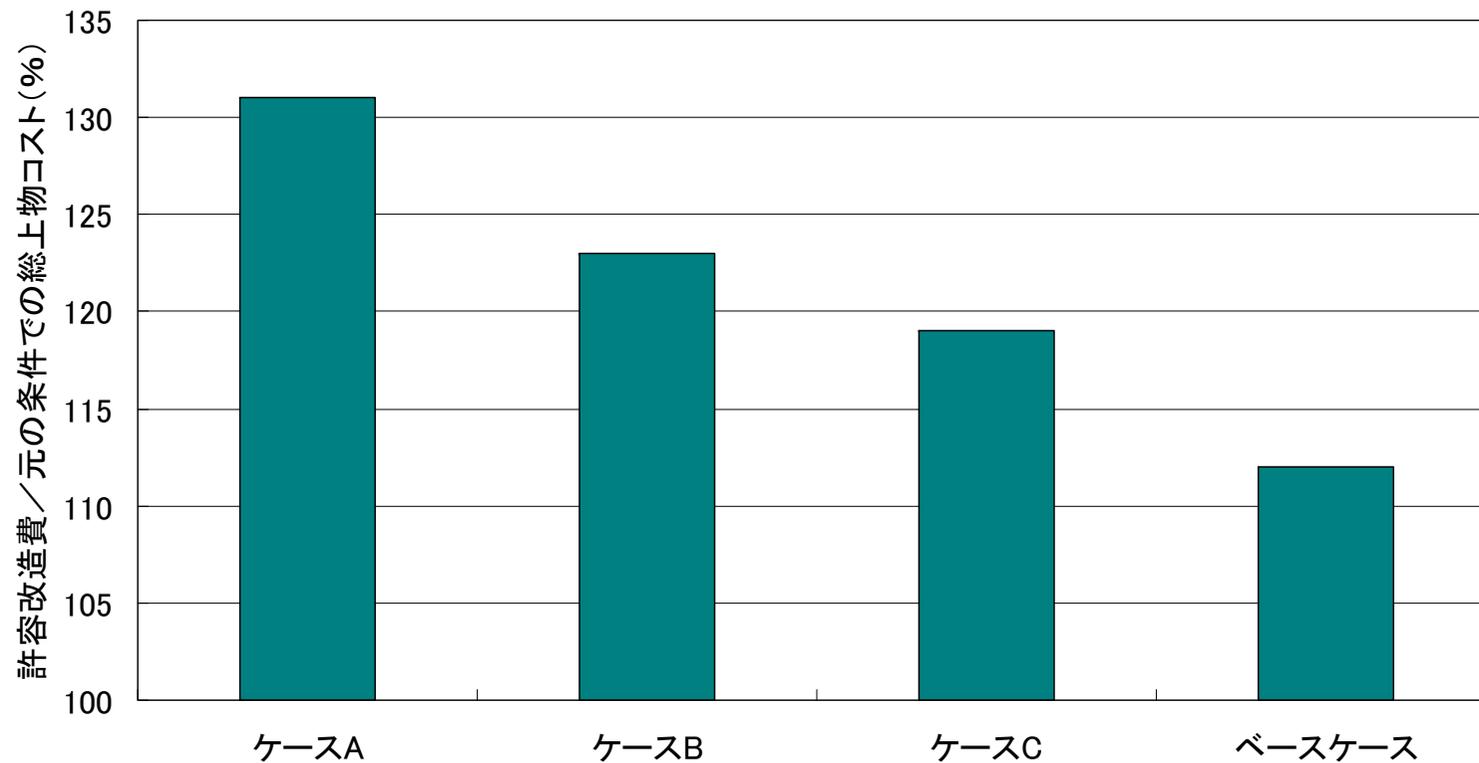
タービン材に占める新材料の割合



- タービン本体のうち新材料の占める割合は1段再熱で約28%、2段再熱で約35%
- 新材料の材料コストは従来材(改良12Cr鋼)の3~5倍程度

## 6.1.5 経済性評価例及びCO2排出量

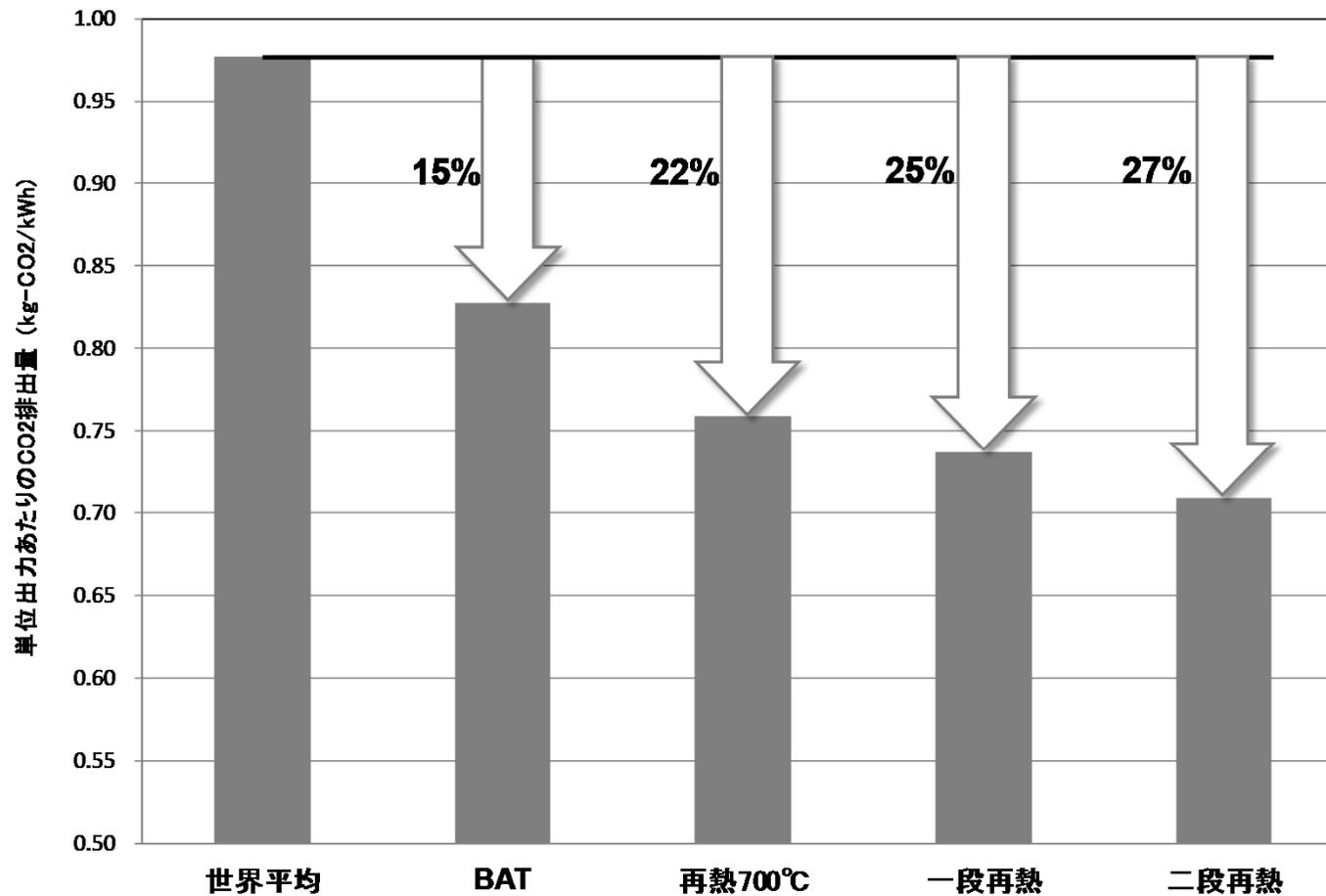
各ケースプラント効率から逆算した許容コスト上昇比率



ボイラ、タービンなどの高温部に占めるコスト上昇は上物(機械装置費)の許容コスト上昇率内に抑えられる見込みにある

# 6.1.5 経済性評価例及びCO2排出量

平成25年度BAT及び世界のCO2排出量と各ケースの比較



## 6.3.5 まとめ

700°C級A-USCシステム検討を行い下記を達成した。

- ✓ 二段再熱プラントにより、国プロ目標である送電端効率46%を達成する見通しをえた。
- ✓ システム検討は、経年劣化したプラントリプレース及びボイラタービンの新設を想定した。ユーザ選択肢を配慮し、二段再熱、一段再熱、再熱700°Cと3ケースの700°C級適用システムを検討した。
- ✓ 経済性についてボイラタービンで適用する材料比率を試算し、経済性の成立性見通しを得た。
- ✓ プラント効率からCO<sub>2</sub>排出量を試算し、石炭火力の継続的運用において、本技術の早期実用化が望まれることを示した。