

「低品位炭利用促進事業」  
（事後評価）事業評価分科会  
資料4



# クリーンコール技術開発 低品位炭利用促進事業（事後評価） （2014年度～2017年度 4年間） 事業概要（公開）

NEDO 環境部

2018年10月12日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

## 1. 事業の必要性

- ◆ 政策における事業の位置付け
- ◆ 事業の必要性
- ◆ NEDOが事業を実施する必要性
- ◆ 事業の目的・目標

## 2. 事業の効率性

- ◆ 実施計画
- ◆ 実施方法
- ◆ 実施体制
- ◆ 事業によりもたらされる効果

## 3. 事業の有効性

- ◆ 目標達成度

# 1. 事業の必要性

- ◆ 政策における事業の位置付け
- ◆ 事業の必要性
- ◆ NEDOが事業を実施する必要性
- ◆ 事業の目的・目標

# ◆ 政策における事業の位置付け

New Energy and Industrial Technology Development Organization

## ➤ エネルギー基本計画（2018年7月閣議決定）

- ✓ 石炭は、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
- ✓ 環境負荷の低減を見据えつつ活用していくエネルギー源

## ➤ 長期エネルギー需給見通し（経済産業省, 2015年7月）

- ✓ 3E+S(安全性、安定供給、経済効率性、環境適合)がエネルギー政策の基本的視点
- ✓ 化石燃料の低廉かつ安定的な供給に向けた資源確保の取組を強化

## ➤ 今後の石炭政策のあり方について(総合資源エネルギー調査会, 2014年7月)

- ✓ 石炭資源の有効活用を図るため、亜瀝青炭や褐炭といった未活用の低品位炭へ石炭利用を拡大。

# ◆事業の必要性

石炭は、今後とも新興国を中心に利用が拡大していくと見込まれており、貴重なエネルギー源

一般的に使用されてきた高品位炭は、資源量が減少

資源ナショナリズムを背景とした産炭国での需要の拡大

安定的な石炭の確保が難しくなっている。

これまであまり活用されてこなかった低品位炭の利用拡大が必要

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、低品位炭の有効利用技術の開発が必要である。

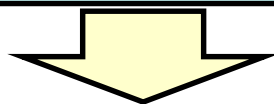
# ◆ NEDOが事業を実施する必要性



New Energy and Industrial Technology Development Organization

## ➤ 総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 (2017年6月)

- ✓ 我が国は資源の大部分を海外からの輸入に頼らなければならない
- ✓ 資源の安定・安価な調達は、国民生活や経済活動を下支えするもの
  - 今も変わることがないエネルギー安全保障確保の重要性



我が国におけるエネルギーセキュリティの向上  
→ 高い公共性 → 社会全体に利益をもたらす

**NEDOが**  
**日本の低品位炭利用促進を牽引する必要性は高い**

# 【参考】低品位炭利用促進事業の位置付け



New Energy and Industrial Technology Development Organization

NEDOにおけるクリーンテクノロジー分野の研究開発			'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	
			H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34	
CO <sub>2</sub> 排出削減対策	1.次世代火力発電等技術開発事業	1-1 発電効率の向上	主にMETI事業											
		1-2 CO <sub>2</sub> 分離・回収システム												
		1-3 CO <sub>2</sub> 有効利用技術												
		1-4 負荷変動対策事業												
		1-5 競争力強化												
	2.CCS研究開発・実証事業関連事業													
	3.環境調和型プロセス技術開発事業	フェーズⅠ											フェーズⅡ	
環境対策	4.石炭利用環境対策事業	4-1 低品位炭利用促進事業												
		4-2 石炭利用環境対策事業	METI事業											

## 【目的】

- エネルギーセキュリティの向上
  - ✓ 石炭を安価で安定的に使用することが可能となる
- 産業の活性化
  - ✓ 日本のインフラ輸出拡大
  - ✓ 日本の技術導入による石炭消費国の産業活性化

## 【目標】

- ビジネスモデルとして内部収益率(IRR)9.5%以上
- 低品位炭の有効利用技術の確立

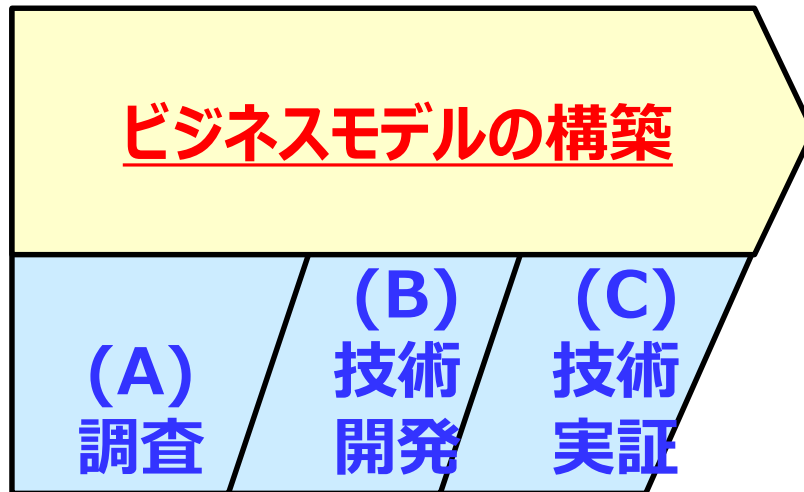


## 2. 事業の効率性

- ◆ 実施計画
- ◆ 実施方法
- ◆ 実施体制
- ◆ 事業によりもたらされる効果

# ◆実施計画：研究内容\_全体

- 炭鉱業者から最終製品のユーザーまでのすべての関係者を包含するビジネスモデルを構築
- そのモデルを実現する上での技術的課題を明らかにする
- その課題の解決を目指し、必要に応じ技術開発や技術実証を行う。



低品位炭利用技術の  
実用化

A\_低品位炭利用促進事業可能性に関する検討(調査)

B\_低品位炭利用促進技術開発

C\_低品位炭利用促進技術実証

# 【参考】研究開発項目と件名

研究開発項目	件名
<b>A_調査</b> 低品位炭利用促進 事業可能性に関する 検討 [委託]	<b>全体_ビジネスモデル検証</b> バリューチェーンの客観的検証及び事業の競合状況調査
	<b>1_PCI</b> 低品位炭利用による改質PCI炭製造事業のビジネスモデル実現可能性に関する検討
	<b>2_豪州水素</b> 豪州の低品位炭から水素を製造するバリューチェーンの改善に関する検討
	<b>3_A-SCC</b> インドネシア褐炭からのA-SCC(高機能代替強粘結炭)事業可能性調査に関する検討
	<b>4_ネア褐炭</b> インドネシアにおける褐炭利用改質事業のビジネスモデルに関する検討
<b>B_技術開発</b> 低品位炭利用促進 技術開発 [委託]	<b>1_豪州褐炭</b> 豪州褐炭由来電力向け改質炭製造プロセスの研究開発
	<b>2_SNG/EOR</b> インドネシア・スマトラ地域における未利用低品位炭からのSNG供給 CO2-EOR事業に関する研究開発
	<b>3_ECOPRO</b> 中国の石炭ガス化市場へのECOPRO適用に向けた研究開発
	<b>4_HPC</b> インドネシアの低品位炭を利用した製鉄コークス用粘結材(HPC)製造に関する技術開発
	<b>5_自然発熱</b> 低品位炭自然発熱の評価基準確立に関する研究開発
<b>C_技術実証</b> 低品位炭利用促進 技術実証 [助成]	<b>1_CWM</b> インドネシアにおける褐炭改質スラリー(CWM)による発電実証事業
	<b>2_TIGAR</b> 産炭国における低品位炭利用(促進)ガス化(TIGAR)技術実証

# 【参考】ビジネスモデル

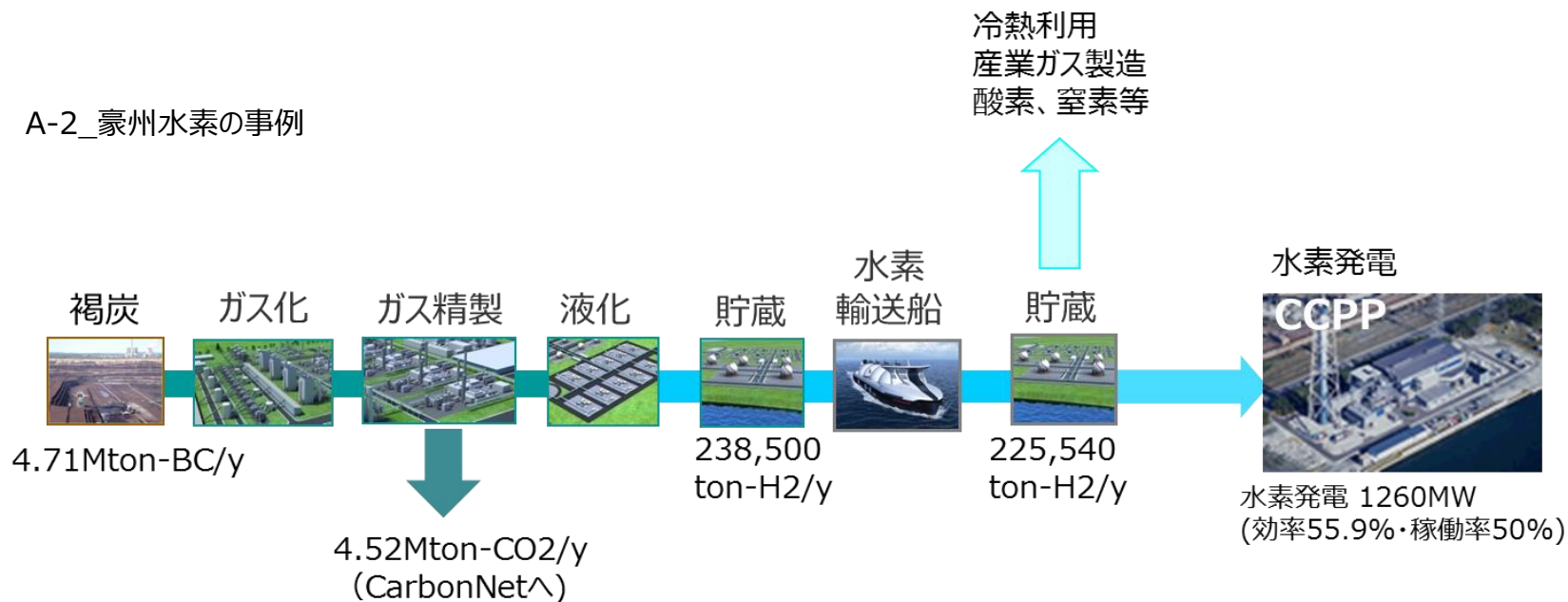
件名	実施場所	原料	処理	製品	顧客
A-1_PCI	インドネシア	褐炭	乾燥	高炉吹込み還元剤	当該国の製鉄所
A-2_豪州水素	オーストラリア	褐炭	ガス化	水素燃料	日本の発電所・ 水素ステーション
A-3_A-SCC	インドネシア	褐炭	液化	粘結材 (コークス原料)	国内外のコークス会社
A-4_祢ア褐炭	インドネシア	褐炭	乾燥	亜瀝青炭代替	当該国・日本の発電所
B-1_豪州褐炭	オーストラリア	褐炭	乾燥	瀝青炭代替	日本の発電所
B-2_SNG/EOR	インドネシア	褐炭	ガス化	SNG, EOR用CO2	当該国のガス会社、 当該国の石油会社
B-3_ECOPRO	中国	褐炭	ガス化	SNG	当該国のガス会社
B-4_HPC	インドネシア	亜瀝青炭	溶媒抽出	粘結材 (コークス原料) 亜瀝青炭代替	国外のコークス会社、 国内外の発電所
C-1_CWM	インドネシア	褐炭	液化	電力(CWM発電)	当該国の電力会社
C-2_TIGAR	インドネシア	褐炭	ガス化	ガス化プラント	当該国の肥料工場

※ 全体\_ビジネスモデル検証とB-5\_自然発熱は、項目全体の検証と共通基盤技術開発であることから、特定のビジネスモデルはない。

# ◆実施計画：研究内容\_A 調査

- 付加価値が高い化学製品や改質炭等の炭鉱山元での製造を目指す事業を対象に、現状の分析を行う。
- 炭鉱から製造設備、輸送インフラ整備、製品需要者までを含むビジネスモデルの検討を行う。
- このビジネスモデルの実現に向けた経済面及び技術面からの課題の抽出と解決策の策定等の実現可能性調査を行う。

A-2\_豪州水素の事例



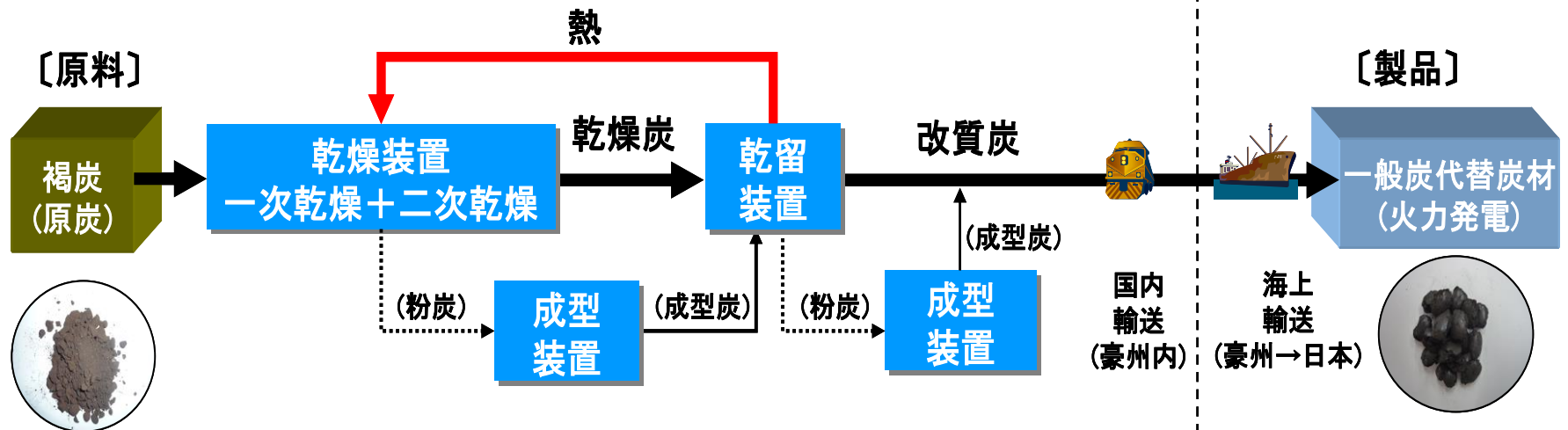
# ◆実施計画：研究内容\_B 技術開発

- ビジネスモデルを実現するにあたり、技術開発項目とロードマップが明確化できる案件について、ビジネスモデルが実現可能なプラントコストを**目指した技術開発**を行う。
- 低品位炭利用によるビジネスモデル実現に資する基盤技術として、自然発熱に係るメカニズムや特性評価に係る技術開発を行う。

豪州ビクトリア州で実施

日本で利用

B-1\_豪州褐炭の事例



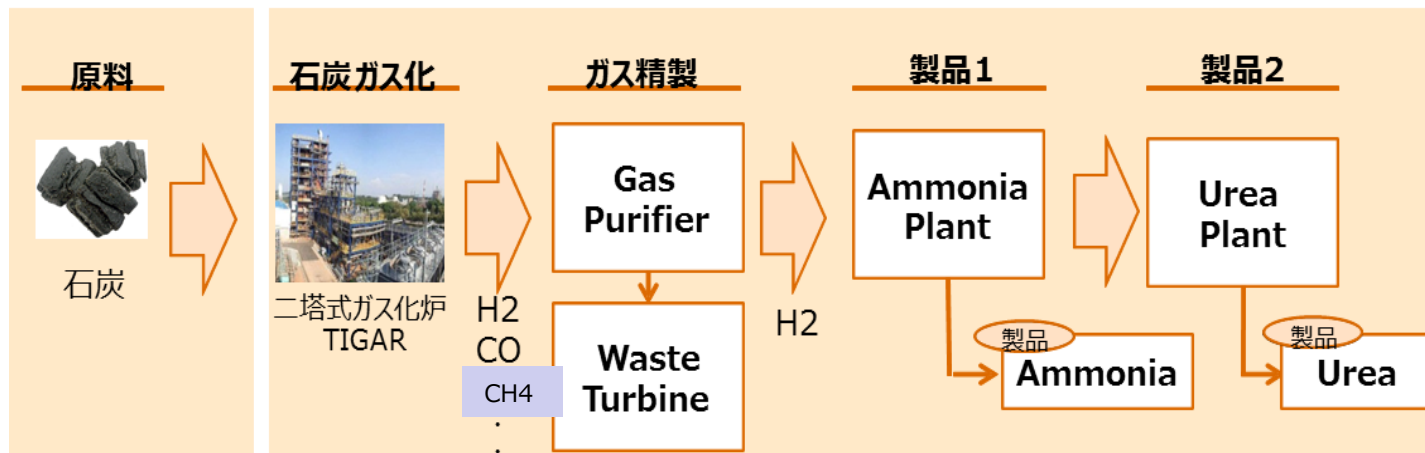
## C-1\_褐炭改質燃料発電技術実証

- 離島が多くディーゼル発電に頼っているインドネシアでは、その高コストの対策として離島でのディーゼル発電の代替計画が検討されている。
- 同国には水分を多く含む褐炭の賦存量が多いことから、熱水改質技術を適用することが可能な褐炭CWMを発電に適用できる機会がある。
- 褐炭CWMによる発電でも離島の電力需要の変動に追従できる様に、発電出力変化試験、最低発電出力試験等によりプラントの運用性を把握する。
- 発電出力の追従については、出力制御等の改良や負荷変化に対応できるバーナー等の開発を行う。

# ◆実施計画：研究内容\_C 技術実証

## C-2\_産炭国におけるガス化技術実証

- 低品位炭は水分、灰分が多く、自然発熱性が高いことから、その利用方法は限られており、一般に産炭国での活用が主流である。
- 産炭国で事業として成立する見込みのある案件について、実証規模のプラントを用い実証試験運転を実施する。
- 実証試験では、長時間運転等を通じ、プラント性能・機器信頼性の検証、並びにプラントの運用性を確立し、プラント安定運転を実証する。





# 【参考】研究開発工程

New Energy and Industrial Technology Development Organization

研究開発項目	件名	2014年度 平成26年度	2015年度 平成27年度	2016年度 平成28年度	2017年度 平成29年度	
A_調査	全体_ビジネスモデル検証	検証	検証	検証		
	1_PCI	調査				
	2_豪州水素	調査				
	3_A-SCC			調査		
	4_禰ア褐炭			調査		
B_技術開発	1_豪州褐炭	調査	技術開発			
	2_SNG/EOR	調査	技術開発			
	3_ECOPRO	調査	技術開発			
	4_HPC		調査	技術開発		
	5_自然発熱		共通基盤の技術開発			
C_技術実証	1_CWM	技術実証				
	2_TIGAR			技術実証		

## 2. 事業の効率性

- ◆ 実施計画
- ◆ **実施方法**
- ◆ 実施体制
- ◆ 事業によりもたらされる効果

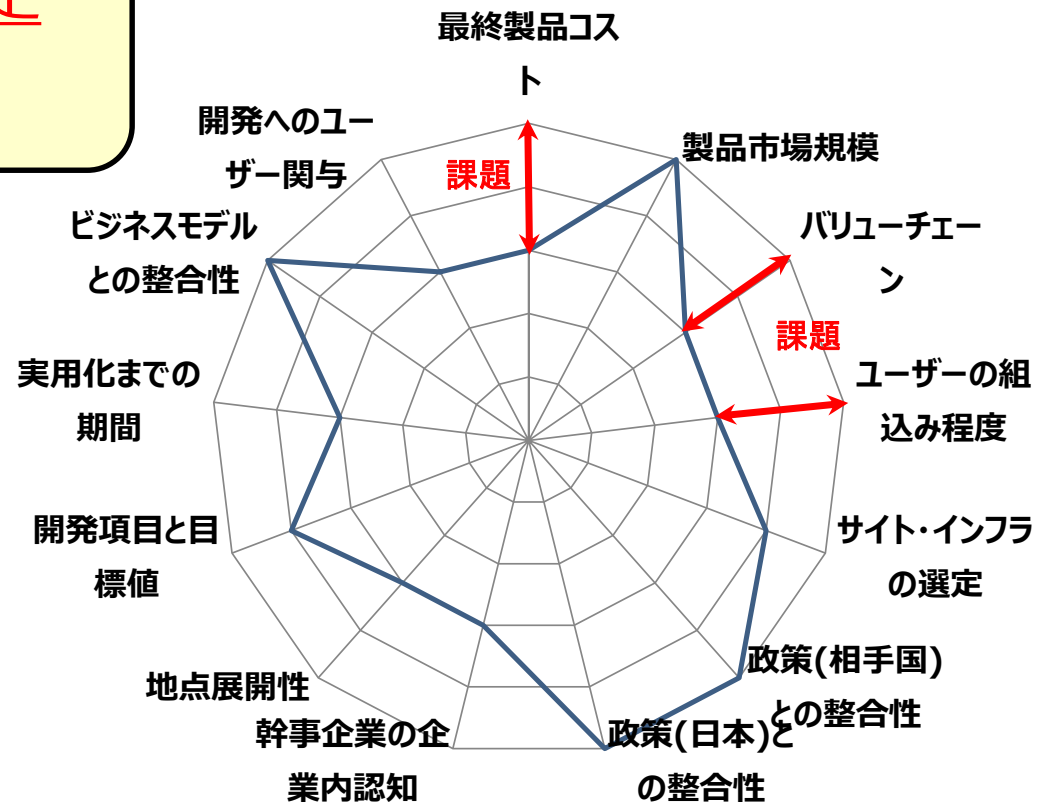
# ◆実施方法：研究開発マネジメントの検証

New Energy and Industrial Technology Development Organization

- 過去の低品位炭研究開発を客観的に検証\*1,2
- 以下の研究開発マネジメントが重要と判明

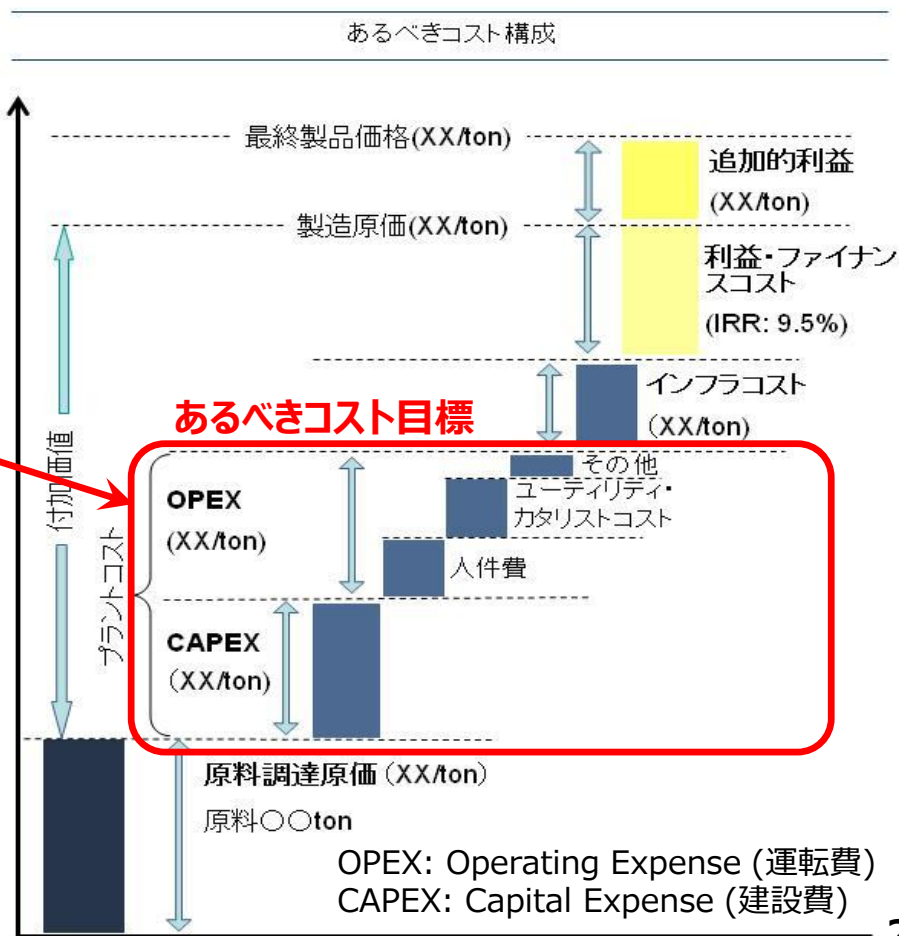
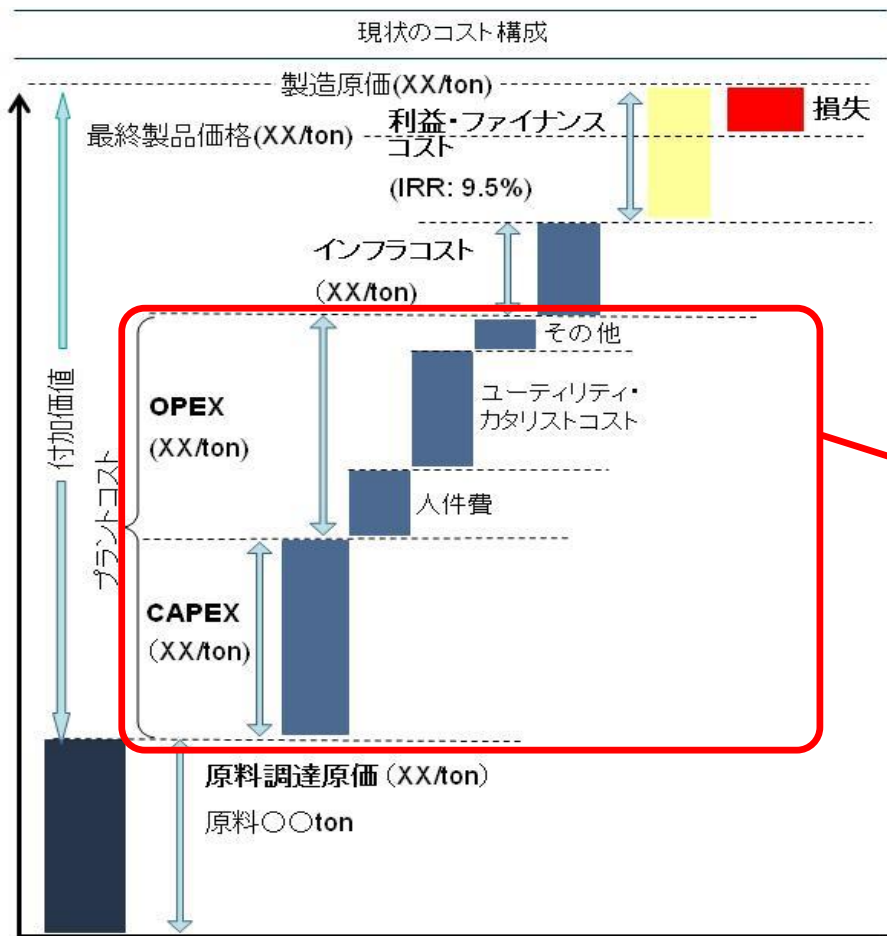
- ◆ 客観的な価格目標の設定
- ◆ バリューチェーンの構築

- \*1 低品位炭利用促進事業に関する検討 (2012年度)
- \*2 未利用炭調査とビジネスモデルに関する検討 (2013年度)



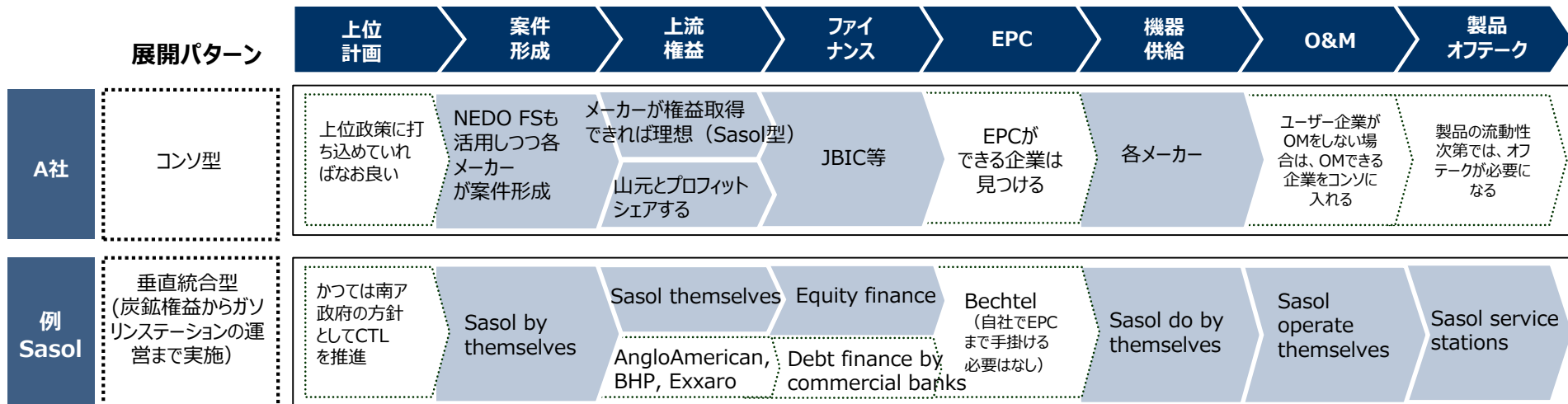
# ◆実施方法：客観的な価格目標の設定

市況、ヒアリング等により、**客観的な原料調達コスト・製品価格**をNEDOが設定



# ◆実施方法：バリューチェーンの構築

- ▶ バリューチェーンの構築状況を、以下のフォーマットで可視化
- ▶ 原料の供給元や、ファイナンス、製品のオフテーカーが定まっているなど、バリューチェーンの要所を押さえられる体制を組んでいるか、NEDOが検証



# ◆実施方法：研究開発マネジメントの改善

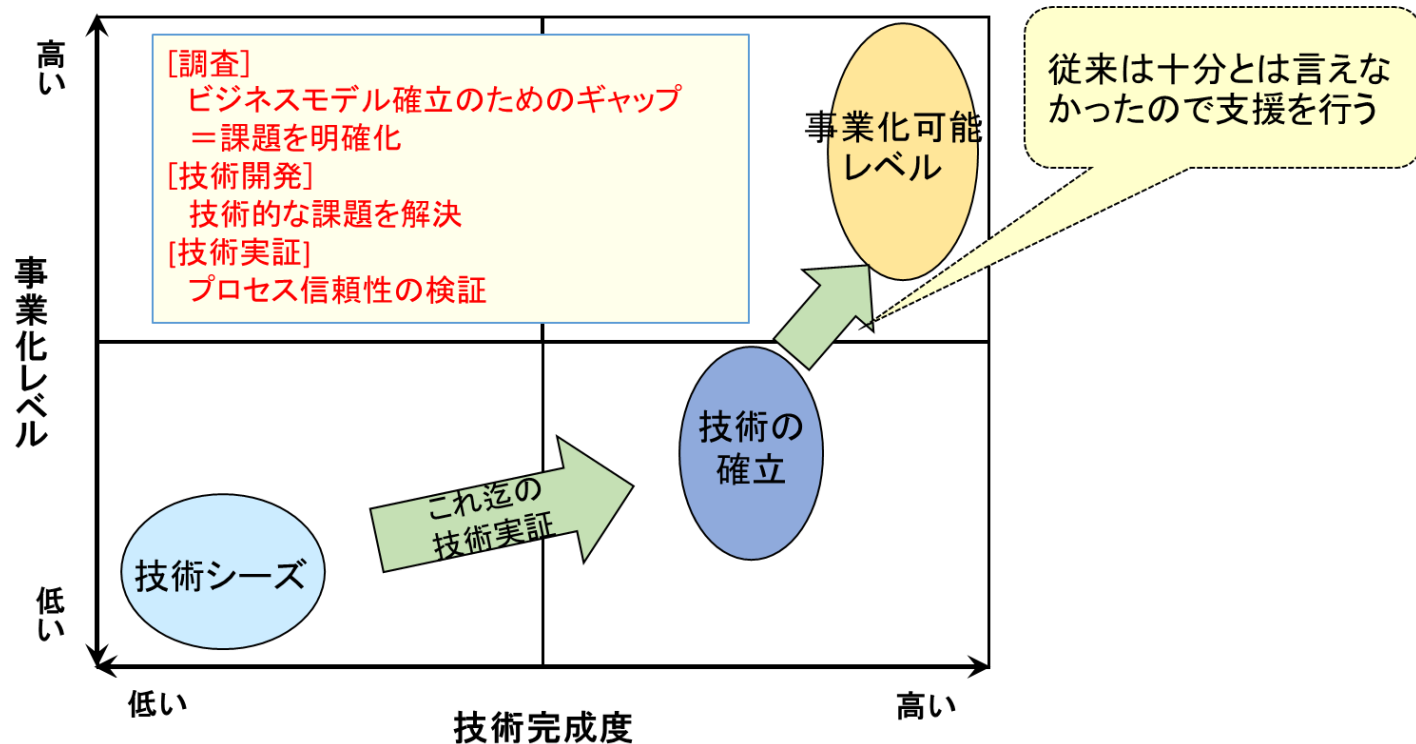
New Energy and Industrial Technology Development Organization

## NEDOの研究開発マネジメント

- ◆ 客観的な価格目標の設定
- ◆ バリューチェーンの検証

事業化可能性のレベル  
を向上させる

低品位炭利用技術の技術完成度と事業化レベルのイメージ



# ◆実施方法：運営・管理

- 各研究開発項目の実施者をホームページから公募
- 採択の可否は、外部有識者による採択審査委員会および契約・助成審査委員会を経て決定
- 実施にあたり、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

	'14年度	'15年度	'16年度	'17年度	'18年度
委員会 開催実績	2月	11月	6月 12月*1	6月 10月	6月*2

\* 1: B-4\_豪州褐炭については、'16年12月の委員会で、「事業化検討の精度を上げるために1年延長もよい」、とのご意見を頂いたことから、研究期間を2年から3年に計画変更を行った。

\* 2: '18年6月の技術検討委員会は、'17年度に終了した件名について最終評価を行った。

## 2. 事業の効率性

- ◆ 実施計画
- ◆ 実施方法
- ◆ **実施体制**
- ◆ 事業によりもたらされる効果



# ◆実施体制：体系

New Energy and Industrial Technology Development Organization

- プロジェクトの進行全体の企画・管理や技術的成果及び政策的効果を最大化させるため、プロジェクトマネージャーを任命した。
- 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ため、必要に応じて研究開発責任者（プロジェクトリーダー）を指名した。
- 各研究開発のバリューチェーンを横断的・客観的に評価するため、ビジネスモデル検証を行った。



# ◆実施体制：実施者

研究開発項目	件名	実施者
A_調査	全体_ビジネスモデル検証	三菱総研
	1_PCI	三菱重工、三菱商事
	2_豪州水素	川崎重工、JPOWER
	3_A-SCC	エネ総工研、JCOAL、九州大学、千代田ユーテック
	4_禰ア褐炭	宇部興産、月島機械、JCOAL
B_技術開発	1_豪州褐炭	新日鉄住金エンジ、九州電力、東京電力
	2_SNG/EOR	三菱重工、日揮
	3_ECOPRO	新日鉄住金エンジ
	4_HPC	神戸製鋼
	5_自然発熱	九環協、JCOAL
C_技術実証	1_CWM	日揮
	2_TIGAR	IHI

## 2. 事業の効率性

- ◆ 実施計画
- ◆ 実施方法
- ◆ 実施体制
- ◆ **事業によりもたらされる効果**

# ◆ 事業によりもたらされる効果



New Energy and Industrial Technology Development Organization

件名	処理	製品	顧客	エネルギーセキュリティ向上	円高輸出
A-1_PCI	乾燥	高炉吹込み還元剤	当該国の製鉄所	—	○
A-2_豪州水素	ガス化	水素燃料	日本の発電所・水素ステーション	○	—
A-3_A-SCC	液化	粘結材 (コークス原料)	国内外のコークス会社	○	○
A-4_裃褐炭	乾燥	亜瀝青炭代替	当該国・日本の発電所	○	○
B-1_豪州褐炭	乾燥	瀝青炭代替	日本の発電所	○	○
B-2_SNG/EOR	ガス化	SNG, EOR用CO2	当該国のガス会社、 当該国の石油会社	—	○
B-3_ECOPRO	ガス化	SNG	当該国のガス会社	—	○
B-4_HPC	溶媒抽出	粘結材 (コークス原料) 亜瀝青炭代替	国外のコークス会社、 国内外の発電所	○	○
C-1_CWM	液化	電力(CWM発電)	当該国の電力会社	—	○
C-2_TIGAR	ガス化	ガス化プラント	当該国の肥料工場	—	○

# ◆ 事業によりもたらされる効果：B-1\_豪州褐炭



New Energy and Industrial Technology Development Organization

- 豪州ビクトリア州に多く賦存する高水分、低発熱量で自己発熱性を有する褐炭を瀝青炭並みの高品質炭に改質し、日本の火力発電用一般炭代替燃料として用いる。
- 採算性試算は以下の通り(豪州褐炭委託費総額：5.1億円)。

商用段階	製造単価 (\$/t)	販売単価*1 (\$/t)	販売量 (百万t/年)	売上 (百万\$/年)	収益*2 (億円/年)
初期	106.6	95	1	95	▲13
中期	93.5	95	5	475	8.3
後期	84.3	95	10	950	120

\* 1：一般炭(長期, FOB)の至近10年(2007~2017年)平均価格

\* 2：111円/\$

# ◆ 事業によりもたらされる効果 : B-4\_HPC



New Energy and Industrial Technology Development Organization

- 粘結性に優れたハイパーコール（石炭からの高温溶剤抽出物；HPC）の製造プロセスをインドネシアの低品位炭（亜瀝青炭）に適用し、製鉄コークス用粘結材（顧客：高炉・コークス会社）および発電ボイラー用燃料（顧客：石炭火力発電所）を製造販売する事業（石炭処理量2,000 t/d）。
- 採算性試算は以下の通り(HPC委託費総額：2.1億円)。

原炭 (kcal/t)	製造単価 (\$/t)	販売単価* <sup>1</sup> (\$/t)	販売量 (千t/年)	売上 (百万\$/年)	収益* <sup>2</sup> (億円/年)
5500	251	380	1,095	416	157
4700	286	380	869	330	91

\* 1 : 乾留試験に基づく粘結材の経済価値

\* 2 : 111円/\$

# ◆事業によりもたらされる効果：C-2\_TIGAR



New Energy and Industrial Technology Development Organization

- インドネシアの褐炭をガス化し、化学原料用ガス、天然ガス代替あるいは液体原料・燃料に転換するガス化炉プラントを、肥料会社などの化学会社へ販売する。
- 売り上げ見通しは以下の通り(TIGAR 1/2助成総額：4.9億円)。

	製品原価*3 (億円/基)	販売単価*1 (億円/基)	販売数*2 (基/年)	売上 (億円/年)	収益*2 (億円/年)
1年目	540	600	1	600	60
2年目	540	600	1	600	60
3年目	540	600	1	600	60
4年目	540	600	1	600	60
5年目	540	600	1	600	60

\* 1：製品原価に10%利益率を計上

\* 2：導入先と想定している肥料会社の導入計画の最低規模で試算

\* 3：アンモニア1000t/d生産するガス化炉プラントコスト概算値(褐炭価格\$25/t)

# 【参考】事業費用（NEDO負担額）



New Energy and Industrial Technology Development Organization

(単位：億円)

研究開発項目	平成 26年度 '14年度	平成 27年度 '15年度	平成 28年度 '16年度	平成 29年度 '17年度	合計
A 調査 (委託)	3.8	2.5	2.3	-	8.6
B 技術開発 (委託)	-	3.4	2.8	1.8	8.0
C 技術実証 (1/2助成)	2.0	2.1	2.3	3.0	9.4
合計	5.8	8.0	7.4	4.8	26.0



# 3. 事業の有効性

## ◆ 目標の達成度

# ◆ 目標の達成度：総括

## 【目標】

- ビジネスモデルとして内部収益率(IRR)9.5%以上
- 低品位炭の有効利用技術の確立

【達成状況】 概ね目標を達成

客観的な価格  
目標をNEDO  
が設定

製造設備の  
改良や運用  
条件の最適  
化が図られた。

製品の品質を落とすこ  
となく、設備費  
(CAPEX)や運転費  
(OPEX)が削減された。

# ◆目標の達成度：個別の成果\_A 調査

件名	技術の 確立	従来 価格	NEDO設定 目標価格	研究成果	見通し価格
A-1 PCI	○	—	\$104 /t-PCI	<ul style="list-style-type: none"> <li>乾燥機：2基→1基</li> <li>乾留機：3基→2基</li> <li>バインダーコスト： \$17.2/t→\$2.8/t</li> </ul>	\$99～102 /t-PCI
A-2 豪州水素	○	¥58.3～ 68.5 /Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>	¥53 /Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> @2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガス化プラント最適化： CAPEX▲20～30%</li> <li>液化設備最適化： CAPEX▲20%， OPEX▲3%</li> </ul> <p>* NEDOの助成を受け「<a href="#">未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業</a>」を実施中 (2016～2019年度)</p>	¥51.6～ 52.1 /Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub>
A-3 A-SCC	×	—	\$500 /t-A-SCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>コークスの強度発現効果に再現性が見られず</li> </ul>	\$339 /t-A-SCC (副生品控除込)
A-4 衾褐炭	○	—	\$56.0～ 58.9/t	<ul style="list-style-type: none"> <li>亜瀝青炭と同等の燃焼性を確認</li> </ul>	\$47.4～ 51.1/t

# ◆目標の達成度：個別の成果\_B 技術開発



New Energy and Industrial Technology Development Organization

件名	技術の 確立	従来 価格	NEDO設定 目標価格	研究成果	達成価格
B-1 豪州褐炭	○	\$137/t	\$90/t	<ul style="list-style-type: none"> <li>乾燥用蒸気や成型用バインダの低減等により、運転費を削減</li> <li>乾燥コスト▲25%, 成型コスト▲\$20/t</li> <li>* NEDOの委託により「<a href="#">石炭火力発電におけるバイオマス利用拡大技術の先導研究</a>」を実施予定(2018～2019年度)</li> </ul>	\$84/t
B-2 SNG/ EOR	— シミュレーションのみ	\$11.8 /MMBtu	\$11 /MMBtu	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO転化触媒の改良(触媒量・蒸気量の低減)によりSNG製造費を削減</li> <li>CAPEX▲3億円, OPEX▲4億円/年</li> </ul>	\$8.6～ 11 /MMBtu
B-3 ECOPRO	○	\$10.6 /MMBtu	\$10 /MMBtu	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存の噴流床ガス化炉を高効率のECOPROにすることにより、原料費・運転費(酸素量)を削減</li> <li>原料費▲\$0.5, CAPEX▲\$0.1, OPEX▲\$0.2/MMBtu</li> </ul>	\$9.9 /MMBtu
B-4 HPC	○	—	\$380 /t-HPC	<ul style="list-style-type: none"> <li>亜瀝青炭HPCの粘結材性能を確認</li> </ul>	\$250～ 296 /t-HPC

# ◆ 目標の達成度：個別の成果\_C 技術実証



New Energy and Industrial Technology Development Organization

件名	技術の 確立	従来 価格	NEDO設定 目標価格	研究成果	達成価格
C-1 CWM	○	—	¢ 30~40 /kWh	• 褐炭CWMを使用した発電実証試験を実施し、顧客(PLN)の基準をクリア	¢ 30~40 /kWh
C-2 TIGAR	○	—	\$444 /t-NH3	• インドネシア褐炭・バイオマスのガス化を実証	\$335 /t-NH3

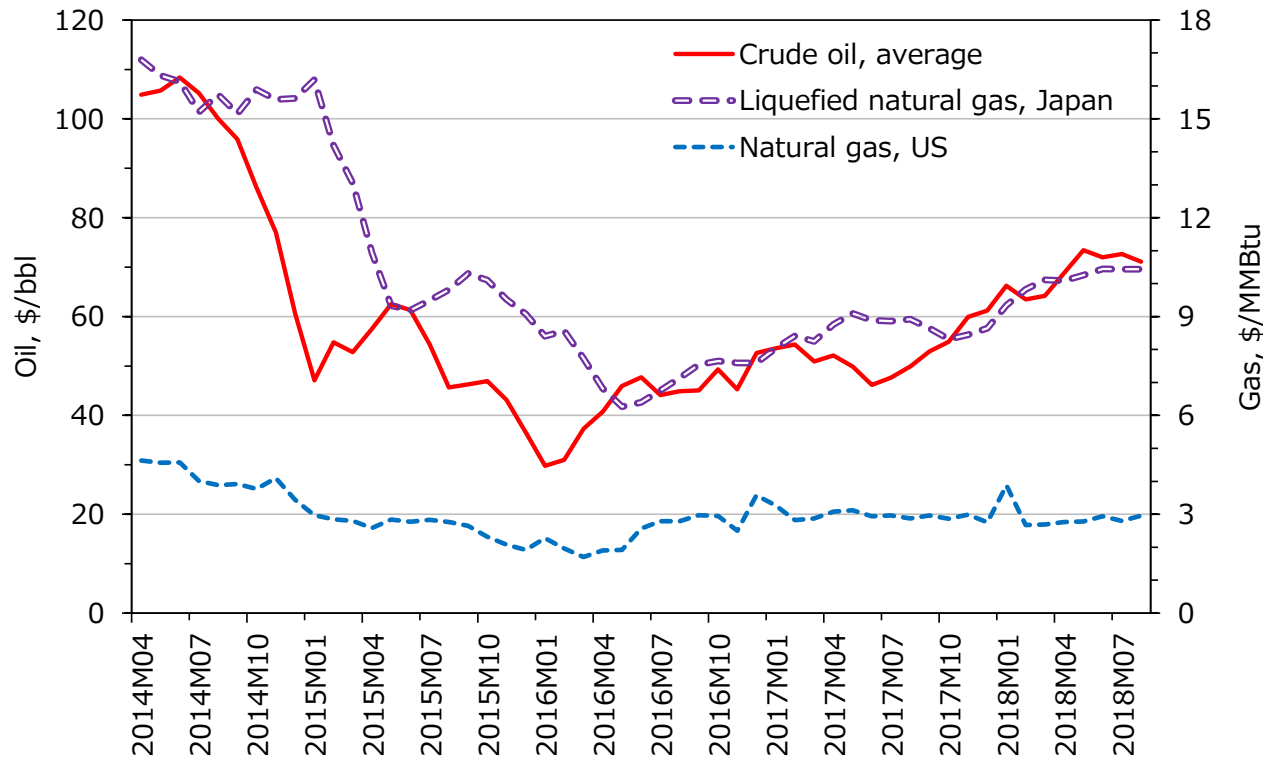
概ね目標は達成したが、事業化にあたりいくつかの課題や条件が抽出された。

# ◆ 目標の達成度：事業化の主な課題・条件

New Energy and Industrial Technology Development Organization

近年の原油、天然ガス価格の下落により、ガス化、液化技術の価格優位性を確保することが困難 (B-2, B-3, C-1, C-2)

ユーザー企業を巻き込み、長期的に利益を確保できるバリューチェーンの構築が必要



原油・天然ガス価格の推移

Source: World Bank

# ◆目標の達成度：事業化の主な課題・条件\_A



New Energy and Industrial Technology Development Organization

件名	事業化の主な課題・条件
<b>A-1 PCI</b> (MHI 他)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <u>採算変動リスク項目の洗い出し</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ PCI炭需要・市場価格動向</li> <li>➢ PCI炭製造技術開発の進捗</li> <li>➢ 産炭国の石炭政策</li> <li>➢ 低品炭利用の法・税制度</li> <li>➢ 環境規制など</li> </ul> </li> <li>✓ 確実な収益が見込める事業化スケジュールの策定</li> </ul>
<b>A-2 豪州水素</b> (KHI, JPOWER)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 製造・輸送・利用までが一体となった液化水素サプライチェーンの構築                         <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ NEDOの助成を受け「<u>未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業</u>」を実施中(2016～2019年度)</li> </ul> </li> </ul>
<b>A-3 A-SCC</b> (エネ総工研, JCOAL他)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 原料炭（特に、粘結炭）価格の将来見通しが不安定</li> <li>✓ A-SCCの効果確認</li> <li>✓ 0.5～1トン/日規模の実証試験</li> <li>✓ <u>当面は競合製品(コールタール類、石油ピッチなど)で需要が満たされている</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 技術開発は当面、中止</li> </ul> </li> </ul>
<b>A-4 柃ア褐炭</b> (宇部, 月島 他)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ PLNが事業主体となれば、石炭市況が\$50/tと低迷してもIRR30%を超える                         <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 現地の協力体制を一層強固なものとしながら<u>事業化に向けた取組みを継続</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 原炭価格制度の適正化</li> <li>➢ 税制等に関する政府機関への働き掛け</li> <li>➢ SPC 設立に向けた具体的な協議</li> <li>➢ ファイナンス・スキーム構築など</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

# ◆ 目標の達成度：事業化の主な課題・条件\_B



New Energy and Industrial Technology Development Organization

件名	事業化の主な課題・条件
<b>B-1 豪州褐炭</b> (新日鉄住金インジ, 九電, 東電)	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 販売量が1,000万t/年規模を見込めること (販路拡大)</li><li>➢ 既存インフラで対応可能な商用化立上げ期の検討</li><li>➢ 各段階における詳細なコスト試算</li><li>➢ NEDOの委託により「<u>石炭火力発電におけるバイオマス利用拡大技術の先導研究</u>」を実施予定(2018~2019年度)</li></ul>
<b>B-2 SNG/EOR</b> (MHI, 日揮)	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 共通社会インフラとしての複数<u>油田CO2配給システムの整備</u></li><li>✓ 原油価格\$80/bbl以上</li><li>✓ CO2単価7.5 USD/t以上の有償化</li></ul>
<b>B-3 ECOPRO</b> (新日鉄住金インジ)	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ ガス化プロセスのスケールアップ実証</li><li>✓ SNG販売価格\$10/MMBTU以上</li><li>➢ 実証試験実現に向けて、<u>中国パートナーとの準備・検討を進める</u></li></ul>
<b>B-4 HPC</b> (神戸製鋼)	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 4500 kcal/kg以上の亜瀝青炭の調達</li><li>✓ <u>沈降分離性の改良</u>(沈降槽の削減)</li><li>✓ 製造プロセスのスケールアップ実証</li></ul>



# ◆ 目標の達成度：事業化の主な課題・条件\_C



New Energy and Industrial Technology Development Organization

件名	事業化の主な課題・条件
C-1 CWM (日揮)	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 昨今の原油価格低迷によって褐炭CWM発電価格のメリットが薄れた(100 USD/bbl以上で事業性あり)<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 2016年、PLNに離島への電力供給事業を提案。</li><li>➢ 現在、<u>PLNからの引き合い</u>を待っている状況。</li></ul></li></ul>
C-2 TIGAR (IHI)	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 褐炭価格\$25/t以下、天然ガス価格\$10/MMBTU超で褐炭ガス化ガスの競争力が出る。<ul style="list-style-type: none"><li>➢ より<u>一層のコストダウンを図るための検討</u>を進めている。</li></ul></li></ul>

- エネルギーセキュリティー上、有望な件名については、個別に次フェーズの研究開発において、引き続きNEDOの支援を行っている。
- その他の件名については、市況の回復状況を鑑みて、適宜研究開発の実施を検討する。

# 【参考】 成果の普及

	学会・ 講演	論文	特許	新聞・ 雑誌	表彰
全体	34件	12報	18件	9件	2件
内,TIGAR	19件	6報	14件	7件	2件

## 主な表彰

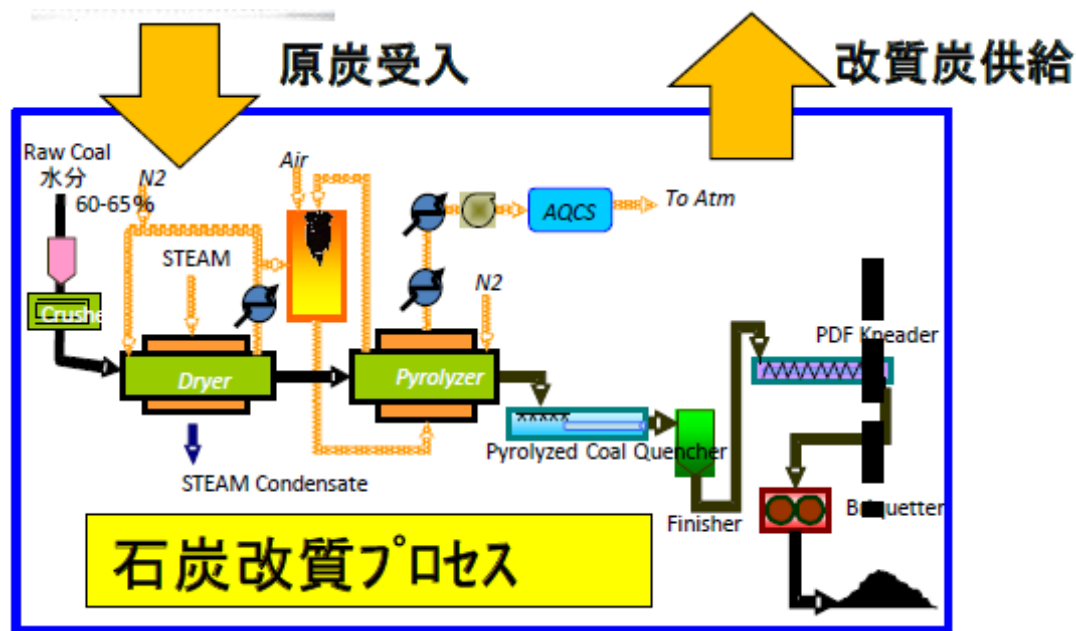
タイトル	主催	受賞日
第37回優秀環境装置 日本産業機械工業会会長賞	日本産業機械工業会	'11.7.12
平成30年度エンジニアリング特別奨励賞	一般財団法人エンジニアリング協会	'18.8.27

# 【参考】 研究開発項目ごとの目標達成度

項目	目標
A_調査	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 低品位炭を原料とした化学製品等の<u>製造システムの概念設計</u></li><li>➤ 低品位炭を原料とした化学製品等の<u>ビジネスモデルの構築</u></li></ul>
B_技術開発	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 製品仕様にカスタマイズした<u>プロセスの構築</u></li><li>➤ ビジネスモデルが実現可能な<u>プラントコストの達成</u></li><li>➤ 自然発熱の<u>評価手法の確立</u></li></ul>
C_技術実証 1_CWM	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ インドネシアで褐炭から製造したCWMを燃料とした<u>発電実証</u></li><li>➤ 燃料製造から発電までのトータルシステムとしての出力下限、燃料消費率、<u>負荷追従速度等の確認</u></li><li>➤ 離島の電力需要の変動に追従可能な<u>運用方法の確立</u></li><li>➤ 負荷変動時の<u>燃焼特性改善</u>とバーナー開発</li></ul>
2_TIGAR	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ プラント性能・機器<u>信頼性の検証</u></li><li>➤ プラント<u>運用性の確立</u></li><li>➤ プラント<u>安定運転を実証</u>し、事業化に繋げる</li></ul>

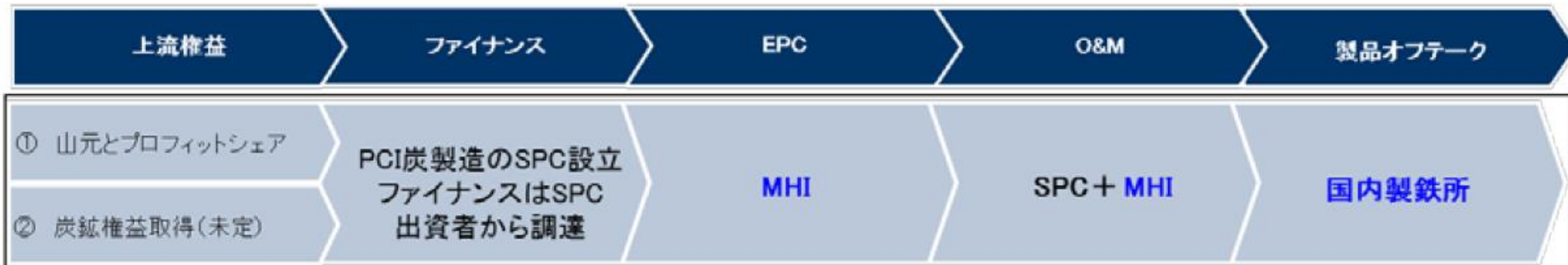
## ➤ 低品位炭を原料とした化学製品等の製造システムの概念設計

- ✓ 対象となる低品位炭の乾燥、乾留、不活性化特性データを取得し、改質PCI炭製造に適するプロセスを決定した（PCI: Pulverized Coal Injection: 高炉用コーク代替還元剤）。
- ✓ 乾燥機に対しては大型化による基数低減、乾留装置に対しては外熱および内熱併用式、不活性化装置に対しては設備のコンパクト化などの複数の打ち手を抽出し、要素試験およびシミュレーションによる検討を行い、各プロセスに有効な打ち手の絞り込みを行った。
- ✓ 課題解決により低品位炭改質技術を確立させることはプラントコストの低減にも寄与でき、その結果としてPCI炭製造事業の経済性向上に貢献できることを確認した。



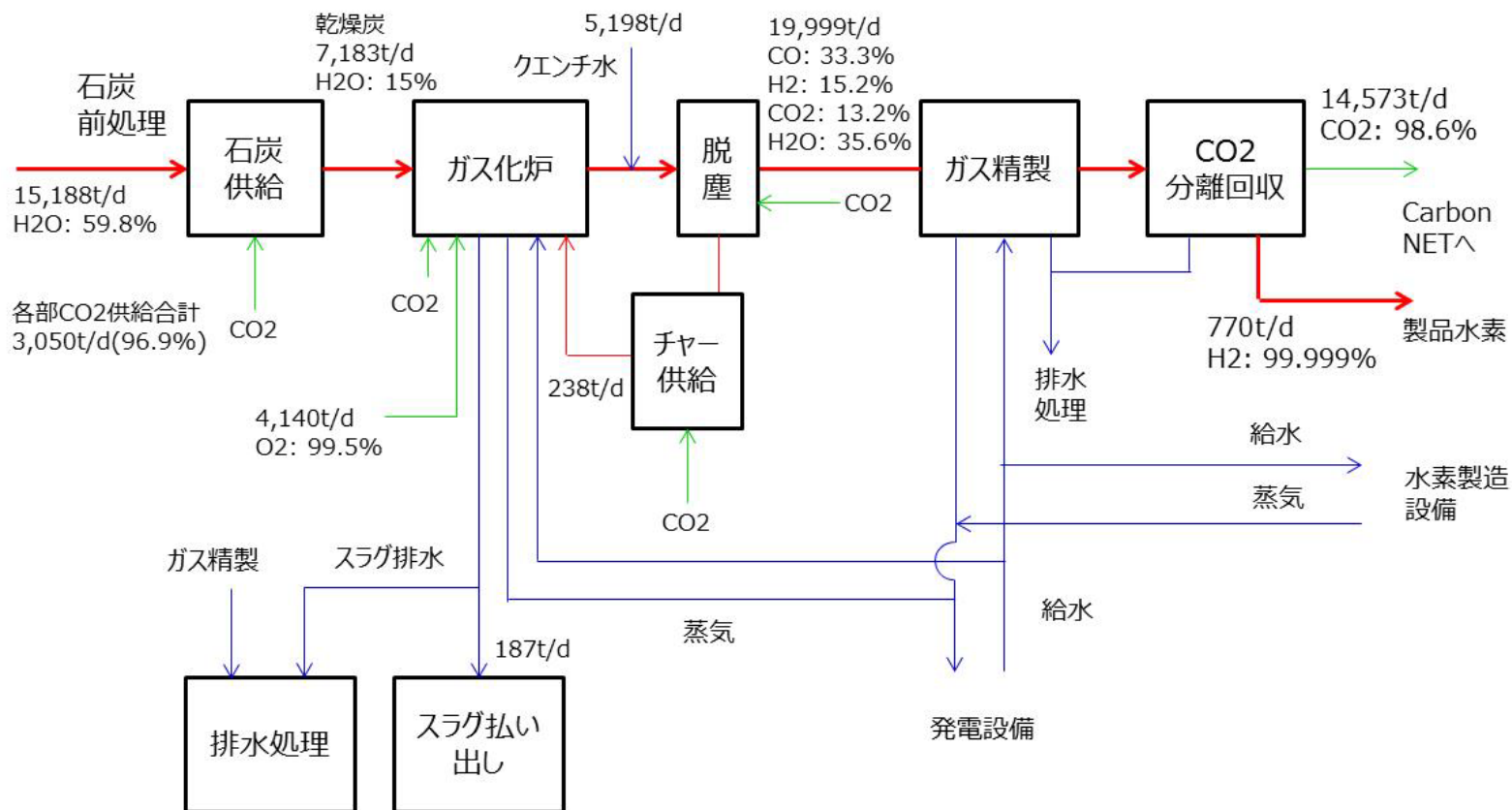
## ➤ 低品位炭を原料とした化学製品等の**ビジネスモデルの構築**

- ✓ 技術開発の成果を想定し設備コストを低減した改質プロセスを適用した**改質PCI炭製造量1500ton/day**の設備費、現地調査結果による輸送コスト、ユーティリティーコストの値を用いて改質PCI炭の製造コストの試算を行った。
- ✓ インドネシアKalimantan島の褐炭では、条件によっては、本調査で設定したPCI炭価格(US\$ 104/ton FOB)を下回り、**PCI炭製造ビジネス事業の成立の見込み**があることが判明した。



## ➤ 低品位炭を原料とした化学製品等の製造システムの概念設計

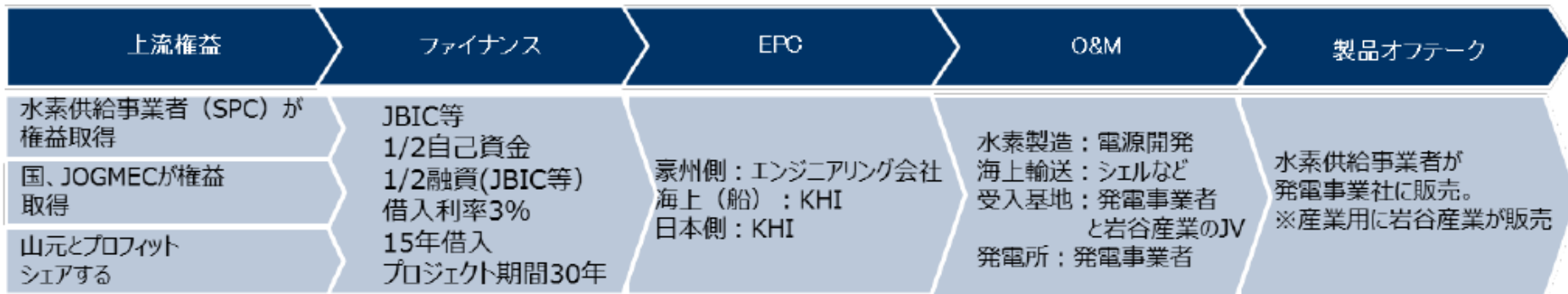
- ✓ ガス化・ガス精製、水素液化設備、水素積荷基地の最適化および褐炭自家発電設備の導入等のコストダウン検討を行い、製造原価が目標水素価格を下回る見込みとなった。



# A-2\_豪州水素(川崎重工 他)

## ➤ 低品位炭を原料とした化学製品等の**ビジネスモデルの構築**

- ✓ ビジネスモデルの成立のためには技術開発による**大幅なコストダウンが必要**であることが判明し、技術的および経済的成立性の両面から、課題の抽出、解決策の策定および解決に向けた計画案の策定を行った。
- ✓ 技術開発目標を全て達成した場合の2050年の製造原価、コスト構造および目標水素価格との比較を行い、技術開発目標を全て達成した場合には、製造原価が最終製品価格を下回り、追加的利益が得られる見込みとなった。



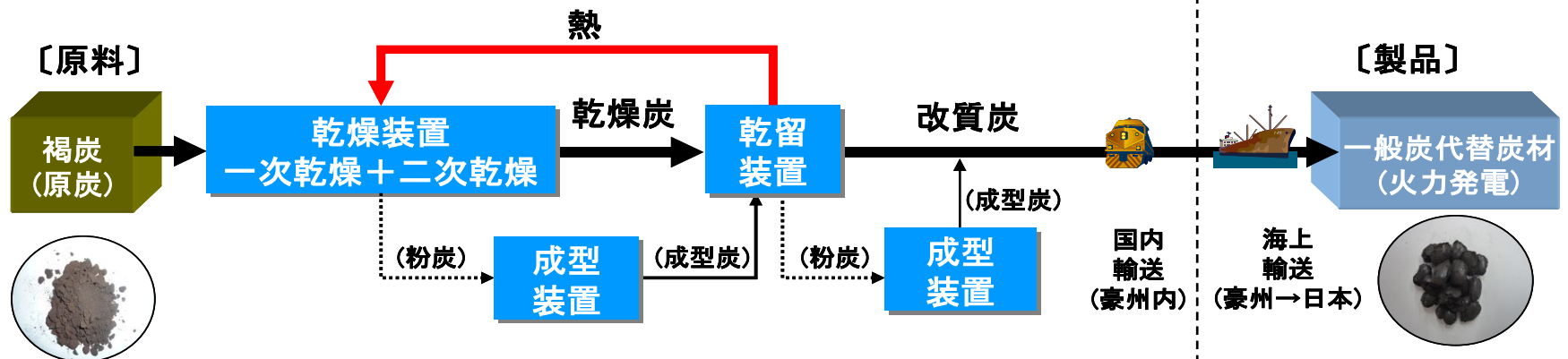


# B-1\_豪州褐炭(新日鉄住金エンジ)

- 製品仕様にカスタマイズしたプロセスの構築
  - ビジネスモデルが実現可能なプラントコストの達成
- ✓ 改質プロセスの最適化、燃焼性評価、灰付着性評価、および安全性評価により、目標品質は確保され、ロイヤン炭を用いて解決すべき技術的課題に関してはほぼ解決の目処がたった。
- ✓ 本研究を商用化するために必要な改質炭製造コストの低減(二段乾燥システムの最適化等による運転費削減)についても、前提条件において目標値であった90 USD/t 以下を達成した。

豪州ビクトリア州で実施

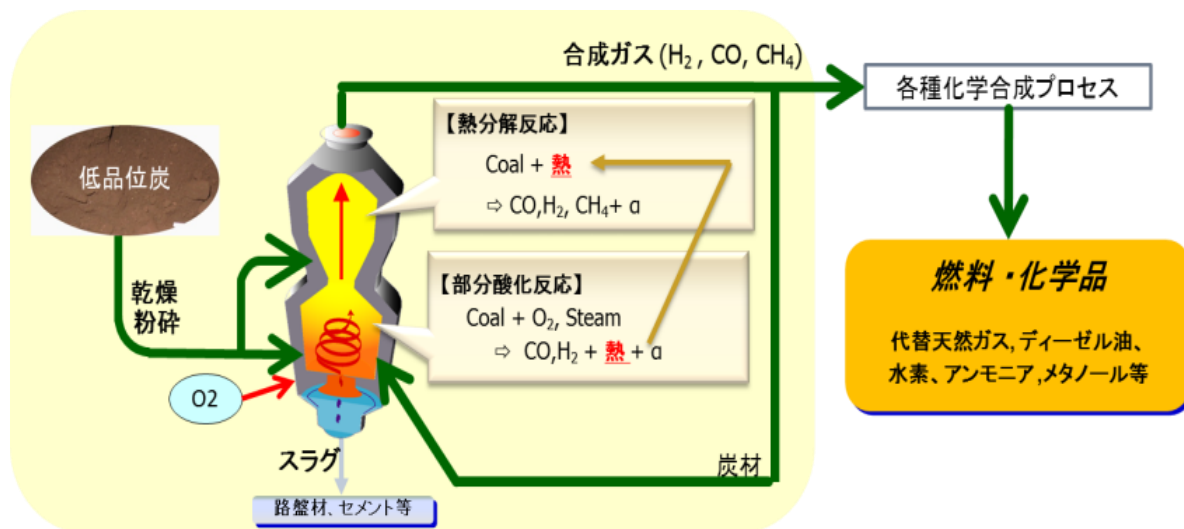
日本で利用



## ➤ 製品仕様にカスタマイズしたプロセスの構築

## ➤ ビジネスモデルが実現可能なプラントコストの達成

- ✓ 中国褐炭の高灰分でかつ灰分変動が大きいという特徴に対して、パイロットプラントガス化試験等により安定操業対策を検証し、安定操業の目途を得た。
- ✓ スケールアップ課題に対して燃焼試験等により課題を検討し、200t/d 規模実証機的设计、操業における懸念事項を払拭することができた。
- ✓ 中国におけるガス化関連市場動向、低環境負荷等の政策の最新情報を調査し、直近景気動向を折り込んだ上でも本ビジネスモデルの実現性が得られることを再確認した。

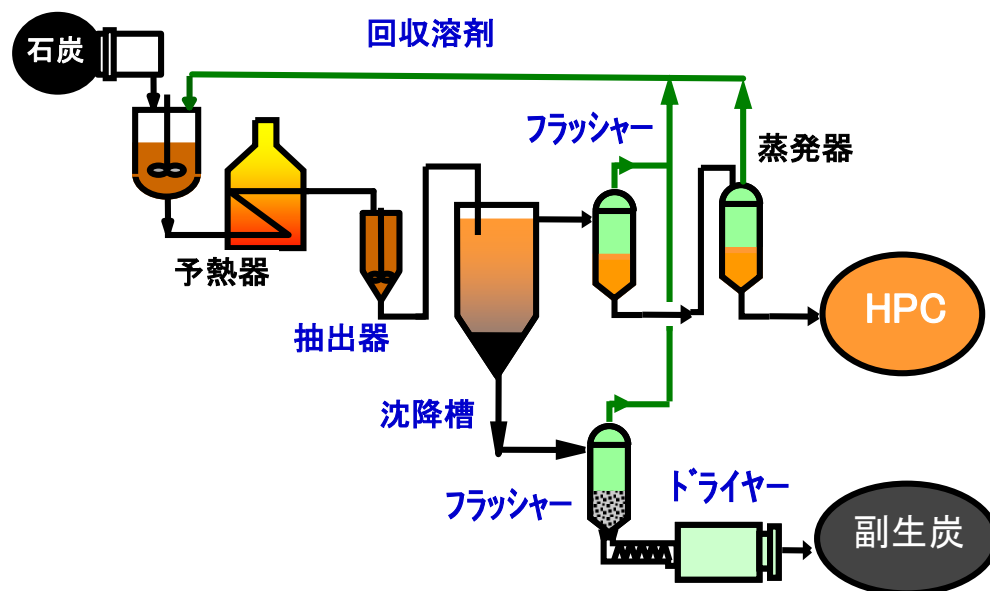


➤ 製品仕様にカスタマイズしたプロセスの構築

➤ ビジネスモデルが実現可能なプラントコストの達成

✓ 亜瀝青炭を原料として製鉄コークス用粘結材としてのハイパーコール製造が可能であり、性能は従来検討してきた瀝青炭からのハイパーコールと遜色が無いこと、及びハイパーコール製造時に発生する副生炭もボイラー燃料として販売可能な性状を有していることを確認した。

✓ ハイパーコールの顧客価値およびハイパーコール製造コストから、亜瀝青炭を原料としたハイパーコールの製造販売事業は実用化可能な経済性を有することが分かった。



## ➤ 自然発熱の評価手法の確立

- ✓ 断熱式の昇温測定法であり湿炭試料を測定できるR70法をベースモデルとして計測機を設計、製作した。
- ✓ 粉碎方法の簡便化と反応容器の小型化を行った。
- ✓ 1,000tの実貯炭パイル試験を行い、計測機の測定結果と同様の昇温傾向が認められた。
- ✓ 今後は、評価手法を確立するために、計測機による計測データと実貯炭での計測データを広く蓄積する。

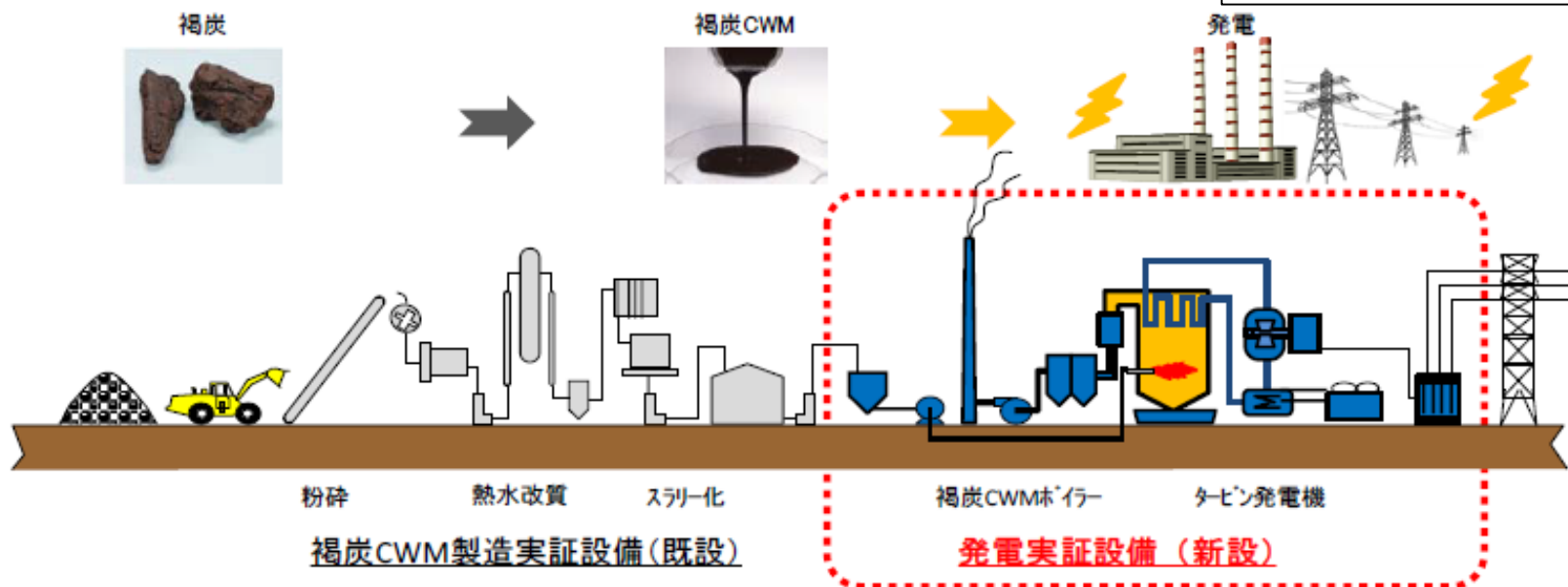
\* JCOALにて、経済産業省「省エネルギー等に関する国際標準の獲得・普及促進事業」を実施中(2018～2020年度)



## ➤ インドネシアで、褐炭から製造したCWMを燃料とした**発電実証**

- ✓ 2014年度に褐炭CWM発電設備を建設後、2015年5月22日に PLNのグリッドに接続、送電を開始した。
- ✓ その後、PLNから要求された、**15日間の全負荷連続運転試験**と、**3カ月間の設備稼働率実証試験**を実施し、それぞれPLNの合格基準をクリアした。

CWM: Coal Water Mixture  
PLN: インドネシア国営電力会社



## ➤ 燃料製造から発電までのトータルシステムとしての出力下限、燃料消費率、負荷追従速度等の確認

- ✓ 発電負荷100%、75%、50%それぞれにおける燃料消費率、負荷追従性について確認した。

## ➤ 離島の電力需要の変動に追従可能な運用方法の確立

- ✓ 当助成事業において取得した褐炭CWM発電の負荷変化率、最低負荷のデータ等を参考とすることで、各離島における電力需要に応じた発電設備の計画を構築できることが確認された。

## ➤ 負荷変動時の燃焼特性改善とバーナー開発

- ✓ バーナーチップ選定および1次/2次空気のダンパーを調整し、安定燃焼を実現した。
- ✓ 負荷変化試験の結果、本発電実証で採用したボイラー制御システムが適切に機能していることが確認できたことから、同システムを参考に商業機設計へ反映する予定。

## ➤ プラント性能・機器信頼性の検証

- ✓ スマトラ島褐炭 2 炭種を用いた運転及び木質バイオマスの専ガス化及び共ガス化運転を実施し、安定運転ができることを確認するとともに、各プラント性能・機器信頼性データの取得を行った。

## ➤ プラント運用性の確立

- ✓ 炭種を変えた試験を行い、炭種による運転パラメータの違いや運転終了後のプラント状態の違いを確認・把握した。
- ✓ その知見を用いて、将来の商用化に向けた炭種の違いによるプラントメンテナンス手法・運用方法を確立した。
- ✓ 実証試験の成果に基づき経済性、運用性、メンテナンス性などの総合評価を実施し、設計手法、運用手法、メンテナンス手法、経済性評価についてまとめた。

TIGAR: Twin IHI Gasifier (二塔式ガス化炉)

## ▶ プラント 安定運転を実証し、事業化に繋げる

- ✓ プラント適用性評価としてインドネシアの 多炭種での実証運転 及びパリ協定を受けて客先ニーズが非常に高まっている バイオマスを用いた実証運転 を行った。

