

# 水素エネルギーフロンティア国家戦略特区による 新たな成長戦略への提案

～地球環境への貢献と新たな産業の創出に向けて～

平成 25 年 9 月 10 日

千代田化工建設株式会社  
川崎市

## 目次

### 水素エネルギーフロンティア国家戦略特区による新たな成長戦略への提案

#### 第1部 総論

1. 背景・課題	2
2. プロジェクトの基本方向	3
3. 実施主体・手法	4
4. 規制・制度改革要望	4
5. 期待成果	5
6. KPI 想定項目	5

#### 第2部 提案プロジェクト

I. 水素社会を支えるインフラの構築	6
II. 水素供給モデルの全国展開と他分野への拡大展開	9
III. 水素供給モデルの海外輸出	11

#### 参考資料

①水素エネルギーフロンティア国家戦略特区展開イメージ	12
②脱水素化・水素化デモプラント（子安リサーチパーク）	12
③水素ネットワークの構築	13
④水素ネットワークの展開（イメージ）	13
⑤発電コスト比較（CO2 対策費を含む）	14
⑥水素供給コスト削減シナリオ（2010-2030）	15
⑦水素エネルギーの意義（エネルギーコストの国内還流）	16
川崎臨海部の主な発電施設	17
川崎臨海部における環境技術に関する取組	18

## 第1部 総論

### 1. 背景・課題

- 我が国においては、東日本大震災以降、**エネルギーの安定供給の確保、エネルギーセキュリティの向上**、燃料費を含めた**発電コストにおける経済性の追求**とともに、**増大するCO2の発生抑制と環境負荷の低減に資する低炭素社会の実現**が大きな課題となっている。
- 「日本再興戦略」においては、2030年に「クリーンで経済的なエネルギーが供給される社会」を目指すとしており、**次世代のクリーンエネルギーである水素の位置づけ**が高まっている。
- 水素の普及拡大による水素社会を実現するためには、**水素の製造コストの低減に加え、運搬、貯蔵、供給コスト削減による低廉な水素の大量調達と安定した需要の創出**が必要となる。
- 水素社会の実現に向けて、その基盤技術となる**世界初の新たな水素の大量貯蔵・輸送技術である「有機ケミカルハイドライド法」**が確立された。

### 水素エネルギーの意義

- 水素は我が国における**環境問題、資源問題、経済成長に関する課題を同時に解決**し、他のエネルギーと共存しながら次世代を支える重要なエネルギーと位置づけられる。

#### ① 低炭素社会の実現（環境問題）

- ・水素エネルギー利用による究極的かつ現実的なCO2削減
- ・不安定な再生可能エネルギーの水素による安定化と普及促進

#### ② エネルギー供給の安定化（資源問題）

- ・エネルギー源および輸入国の多様化による供給リスクの分散
- ・新たなエネルギー調達オプションによるLNG価格の抑制
- ・有機ケミカルハイドライド法を活用したエネルギー貯蔵による緊急時対応力の強化

#### ③ 経済活性化（経済成長）

- ・水素を起点とした新しい産業と雇用の創出
- ・エネルギーコストの国内還流による貿易収支の改善
- ・日本発の社会インフラ輸出による外貨獲得

## 2. プロジェクトの基本方向

### I 水素社会を支えるインフラの構築

- 海外の油田等における未利用の原油随伴ガスなどから製造する水素を、**新たな水素の大量貯蔵・輸送技術を活用し、常温常圧で川崎臨海部に輸送するとともに、臨海部「水素供給グリッド」を企業間連携により 2015 年を目途に新たに整備し**、コンビナートにおける水素の産業利用を推進  
(水素利用量 年間約 7 億 N m<sup>3</sup>)
- **「世界初の商用水素発電所」(9 万 kW = 90MW 級)を川崎臨海部に 2015 年を目途に建設し、CO<sub>2</sub> を排出しない発電事業を開始**するとともに、水素混焼データの収集と燃焼ノウハウを蓄積 (水素利用量 年間約 6.3 億 N m<sup>3</sup>)
- **水素発電所で発生する未利用排熱を水素供給グリッド内において有効活用**することで、脱水素反応プロセスにおける省エネルギー化・高効率化を推進

川崎臨海部において新たな水素供給グリッドを構築し、モデル化

### II - ① 水素供給モデルの全国展開

- **脱水素プラントの整備を核とした外部調達による水素供給モデルを、国内各地のコンビナートや工業地帯に展開し**、新たな水素需要を創出するとともに、石油コンビナートにおける事業の再構築を支援
- 水素発電所の燃焼実績、ノウハウ等を活用し、**国内各地の既存 LNG 火力発電所への水素混焼の展開を図る**ことで CO<sub>2</sub> の大幅削減と水素需要を拡大

### II - ② 民生部門(市民生活・交通分野)への展開とグリーン水素の活用

- **市街地への安全かつ効率的な水素供給輸送システムを構築し**、市民生活分野 (定置型燃料電池) や交通分野 (燃料電池自動車 (FCV)、燃料電池バス、水素ステーション) などに展開
- **再生可能エネルギーの発電余剰電力により水素を製造・貯蔵 (グリーン水素) し、必要な時に電力として活用**するシステムの構築  
(再生可能エネルギーの大規模電力貯蔵)

水素供給モデルの全国展開、他分野への拡大展開

### III 水素供給モデルの海外輸出

- 官民が連携して**水素供給グリッド・水素発電等をシステムも含めて統合パッケージ化し、海外に輸出**することにより、水素エネルギー分野において国際競争力を得るとともに、関連産業のビジネス機会を創出

地球環境問題の解決に貢献するとともに、我が国の経済効果を発現

### 3. 実施主体・手法

#### ①実施主体：

千代田化工建設株式会社、川崎市

連携：石油精製、石油化学、電機、運輸、自動車、総合商社、  
エネルギー関連企業

#### ②実施手法

○水素供給グリッドの構築に向けて民間主導による取組を行政の協力的なバックアップにより、相互に連携を図りながら推進

○「川崎臨海部水素ネットワーク協議会」（平成 25 年 8 月発足）と連携を図りながら、産官学連携により各プロジェクトを展開

### 4. 規制・制度改革要望

○水素発電により発電した電力の環境価値の認定（固定価格買取制度への追加等）

○グリーン投資減税への水素発電設備の追加

○水底トンネル内の高圧ガス配管（水素）の設置に関する新たな基準の設置

○水素ガス（低圧・高圧）供給に関する安全基準等の創設・整備

○水素関係の設備投資に対する法人税等の課税に対する優遇措置の創設

○水素関連設備に係る使用素材の規制緩和（国際的な先行事例の国内適用）

○補助事業で取得した財産の有効活用（補助金適正化法）

○脱水素プラントに対する工場立地法の緩和

○電気事業法における電力融通を行う上での要件緩和

○発電した電力を供給するための託送料の低減、30分同時同量制度の緩和

○熱供給事業法における緩やかな熱供給〔成り行き供給〕を考慮した特例措置（供給義務の緩和、柔軟な料金設定など）

○公益性を評価した道路法における道路占用上の配慮、熱導管による共同溝法上の共同溝利用の緩和

○再エネ貯蔵の普及支援制度の創設

○グリーン水素を活用する場合の固定価格買取制度と同程度の経済的メリット創出（固定価格買取制度の特例）

○FCバスから建物への電源供給に係る電気事業法上の規制緩和

○水底トンネル等の危険物搭載車の通行規制の緩和

○水素ステーションにおけるセルフ充填式の実現等

○二国間オフセット制度等を活用した海外展開への支援

○CO<sub>2</sub>の固定化に対する支援制度の創設

## 5. 期待成果

- 調達の多様化によるエネルギー価格の低減
- 水素価格の低減による水素の普及拡大
- 石油コンビナートの国際競争力強化
- 国内産業の活性化
- 火力発電におけるCO<sub>2</sub>削減の実現
- 新たな技術のパッケージ化・海外展開による経済成長・国際貢献

## 6. KPI 想定項目

- エネルギーコストの低減
- 水素利用によるCO<sub>2</sub>削減
- 国内産業の活性化 など

## 第2部 提案プロジェクト

### I 水素社会を支えるインフラの構築

- ◆水素社会を実現には、今後追加的発生する大規模な水素需要を充たすため、水素に関して低廉かつ安定的な大量供給を可能とする新たなエネルギーシステムの構築が必須条件
- ◆東日本大震災以降、エネルギーの安定供給の確保、エネルギーセキュリティの向上、燃料費を含めた発電コストにおける経済性の追求とともに、増大するCO<sub>2</sub>の発生抑制と環境負荷の低減に資する低炭素社会の実現が大きな課題
- ◆現在、水素の供給方法としては化石燃料の改質や副生水素等の利用が一般的であるが、改質の過程でCO<sub>2</sub>を排出するなど、その削減を進める上で課題があるほか、追加的に発生する大規模な水素需要に見合う供給量を確保できるか未確定
- ◆このため、CCS（CO<sub>2</sub>回収・貯留）技術などを活用しながら、産油国で活用されていない原油随伴ガスなどから水素を取り出し、CO<sub>2</sub>フリーの水素を「新たな水素の大量貯蔵・輸送技術」を活用し、常温・常圧で国内に輸送し、コンビナート内での水素供給グリッドを整備し、産業利用を推進するとともに、商用水素発電所を建設することで、水素社会を支える新たなエネルギーシステム（インフラ）を構築しモデル化

#### 1 事業の内容

##### (1)世界初の水素供給グリッドの整備

- 海外の原油随伴ガスなどから製造する水素を、「新たな水素の大量貯蔵・輸送技術」（有機ケミカルハイドライド法）を活用し、常温常圧で川崎臨海部に輸送するとともに、臨海部「水素供給グリッド」を企業間連携により2015年を目途に新たに整備し、コンビナートにおける水素の産業利用を推進

- 水素利用量 年間約7億Nm<sup>3</sup>（予定）

##### (2)世界初の商用水素発電所の建設

- 「世界初の商用水素発電所」（9万kW=90MW級）を川崎臨海部に2015年を目途に建設し、CO<sub>2</sub>を排出しない発電事業を開始するとともに、水素混焼データの収集と燃焼ノウハウを蓄積

- 水素利用量 年間約6.3億Nm<sup>3</sup>（予定）

##### (3)水素発電所で発生する排熱の有効活用

- 水素発電所で発生する排熱を水素供給グリッドにおいて有効活用することで、脱水素反応プロセスにおける省エネルギー化・高効率化を推進

実施主体

千代田化工建設株式会社、川崎市、民間事業者

## 2 規制緩和・制度改革要望

(1)水素発電により発電した電力の環境価値の認定（固定価格買取制度への追加等）

○FIT 対象（現行）

・太陽光発電・風力発電・水力発電・地熱発電・バイオマス発電

➡ **（新規追加）水素発電**

(2)グリーン投資減税対象設備へ水素発電設備の追加

○対象施設（現行）

①太陽光発電設備及び風力発電設備（2 設備）

②新エネルギー利用設備等（中小水力発電設備、水熱利用設備、雪氷熱利用設備、バイオマス利用装置）（4 設備）

③熱電併給型動力発生設備（1 設備）

④二酸化炭素排出抑制設備等（熱併給型動力発生装置、コンバインドサイクル発電ガスタービン、プラグインハイブリッド自動車、エネルギー回生型ハイブリッド自動車、電気自動車、電気自動車専用急速充電設備、定置用蓄電設備など）（18 設備）

⑤エネルギー使用制御設備（可変風量制御装置、インバーターなど）（6 設備）

➡ **（新規追加）水素発電設備（1 設備）**

(3)水底トンネル内の高圧ガス配管（水素）の設置に関する新たな基準の設置

○消防法（危険物）上、危険物配管と高圧ガス（水素）配管を地上に設置する場合、35m 以上の離隔距離が必要

○**水底トンネル内の設置要件は未整備** ➡ **要件の整備が必要**

(4)水素のガス供給（低圧・高圧）に関する安全基準等の創設・整備

○低圧ガス（1 MPa 未満）として供給する安全基準等は未整備 ➡ **基準の整備が必要**

○高圧ガス（上記参照）

(5)補助事業で取得した財産の有効活用

○水素供給グリッドの整備に当たり、補助金で取得した財産（既存インフラ）の有効活用を可能とする。

(6)水素関連設備に係る使用素材の規制緩和（国際的な先事例の国内適用）

(7)発電した電力を供給するための託送料の低減、30 分同時同量制度の緩和

(8)脱水素プラントに対する工場立地法の緩和

○クリーンエネルギー導入にあたって緑地確保に関する要件を緩和

(9)電気事業法における電力融通を行う上での要件緩和

- 各工場間に密接関連性（生産工程・資本関係・人的関係）がなくとも電力の融通がきよう要件の緩和

(10)水素関係の設備投資に対する法人税等の課税に対する優遇措置の創設

(11)熱供給事業法における緩やかな熱供給〔成り行き供給〕を考慮した特例措置（供給義務の緩和、柔軟な料金設定など）

### 3 実現による効果・KPIへの寄与

- ①エネルギー源の多様化と調達の多様化によるエネルギー価格の低減
- ②水素価格の低減による水素の普及拡大
- ③国内産業の活性化
- ④石油コンビナートの国際競争力強化
- ⑤CO<sub>2</sub>フリーの水素利用による火力発電におけるCO<sub>2</sub>削減の実現
- ⑥新たな技術のパッケージ化・海外展開による経済成長・国際貢献

## Ⅱ 水素供給モデルの全国展開と他分野への拡大展開

- ◆水素社会の実現に向け、川崎臨海部にて確立する水素供給グリッド等のモデルを国内の他地域に展開することにより、水素に関して低廉かつ安定的な大量供給を可能とする新たなエネルギーシステムと水素発電の全国展開により、「水素社会を支えるエネルギーインフラ」を確立するとともにCO<sub>2</sub>の大幅削減に貢献
- ◆こうしたエネルギーインフラを活用して、市民生活分野や交通分野などの民生部門へ展開し、我が国の持続的な成長を生み出す新たな成長産業を創出するとともにCO<sub>2</sub>の大幅削減に貢献
- ◆化石燃料の改質など、化石燃料由来の大量水素製造においては、その過程でCO<sub>2</sub>排出が見込まれるが、再生可能エネルギーで得られる電力を用いて製造される水素（グリーン水素）は、製造過程でのCO<sub>2</sub>排出ゼロを実現し、究極の持続的成長をもたらすエネルギーシステムとなり得る。
- ◆グリーン水素を活用するためには水素の大量貯蔵・輸送技術が不可欠であり、「水素社会を支えるエネルギーインフラ」を活用し、究極の持続的成長をもたらすエネルギーシステムを構築

### 1 事業の内容

#### (1)水素モデルの全国展開

- 国内他地域のコンビナートや工業地帯において、脱水素プラントを整備し、新たな水素需要を創出するとともに、石油コンビナートにおける事業の再構築を支援
- 水素発電所の燃焼実績、ノウハウ等を活用し、国内他地域の既存 LNG 火力発電所への水素混焼の展開を図ることでCO<sub>2</sub>の大幅削減と水素需要を拡大

#### (2)民生部門（市民生活・交通分野）への展開とグリーン水素との連携

- 市民生活分野（定置型燃料電池）や交通分野（燃料電池自動車（FCV）、燃料電池バス、水素ステーションへの供給）などへ展開するとともに、市街地への安全かつ効率的な水素供給輸送システムを構築
- 再生可能エネルギーの発電余剰電力により水素を製造・貯蔵し、必要な時に電力として活用するエネルギーシステムの構築

実施主体	千代田化工建設株式会社、川崎市、民間事業者
------	-----------------------

### 2 規制緩和・制度改革要望

- (1)FCバスから建物への電源供給に係る電気事業法上の規制緩和
- (2)水底トンネル等の危険物搭載車の通行規制の緩和
- (3)水素ステーションにおけるセルフ充填式の実現等
- (4)グリーン水素を活用する場合の固定価格買取制度と同程度の経済的メリット創出  
(固定価格買取制度の特例)
- (5)再エネ貯蔵の普及支援制度の創設

### 3 実現による効果・KPIへの寄与

- ①エネルギー源の多様化と調達が多様化によるエネルギー価格の低減
- ②水素価格の低減による水素の普及拡大
- ③国内産業の活性化
- ④石油コンビナートの国際競争力強化
- ⑤CO<sub>2</sub>フリーの水素利用による火力発電におけるCO<sub>2</sub>削減の実現
- ⑥新たな技術のパッケージ化・海外展開による経済成長・国際貢献

### Ⅲ 水素供給モデルの海外輸出

- ◆いわゆる新興国を中心とした世界のインフラ需要は膨大であり、経済成長などにより、今後、更なる市場の拡大が見込まれる。
- ◆世界的に太陽光発電や風力発電といった再生可能エネルギーの大量普及により、電力需給バランスの調整のための大規模な電力貯蔵システムが期待されている。
- ◆さらには、再生可能エネルギーを用いて水から得られたグリーン水素エネルギーは、化石燃料に依存しない究極の持続的成長をもたらすエネルギーシステムとなり得るものであるが、その活用のためには水素の貯蔵・輸送技術が不可欠
- ◆水素のエネルギー利用を可能とする水素の大量貯蔵・長距離輸送技術を活用した水素供給グリッドシステムと水素発電システム等を統合パッケージ化し、水素エネルギー社会を支えるエネルギーインフラとして海外へ展開することにより、我が国の持続的な成長を生み出す新たな成長産業を創出するとともに地球温暖化対策として国際貢献

#### 1 事業の内容

##### (1)水素供給モデルの海外展開

- 官民が連携して水素供給グリッド・水素発電等をシステムも含めた統合パッケージ化し、海外に展開することにより、水素エネルギー分野において国際競争力を得るとともに、関連産業のビジネス機会を創出

実施主体

千代田化工建設株式会社、川崎市、民間事業者

#### 2 規制緩和・制度改革要望

##### (1)二国間クレジット制度等を活用した海外展開への支援

##### (2)CO<sub>2</sub>の固定化に対する支援制度の創設

CO<sub>2</sub>回収・貯留（CCS）、CO<sub>2</sub>回収・再利用等（CCR）への支援制度の創設

#### 3 実現による効果・KPIへの寄与

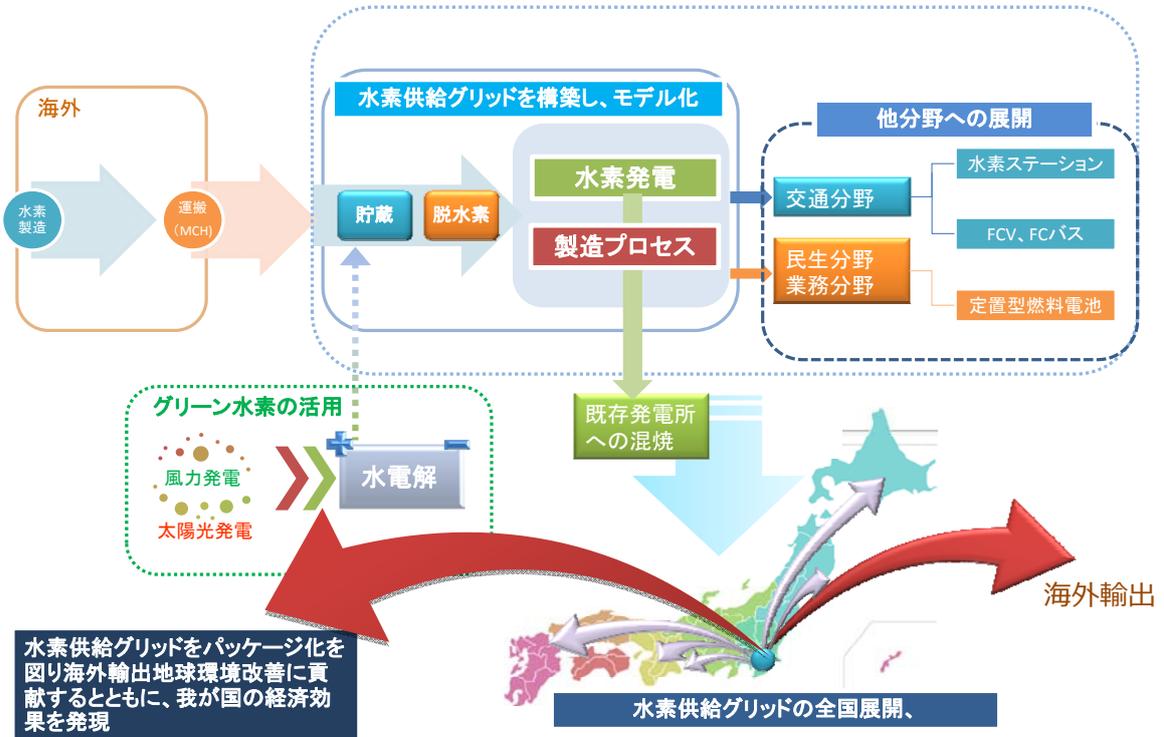
##### ①水素関連の国内産業の活性化

##### ②パッケージ化した新たな技術の海外展開による経済成長・国際貢献

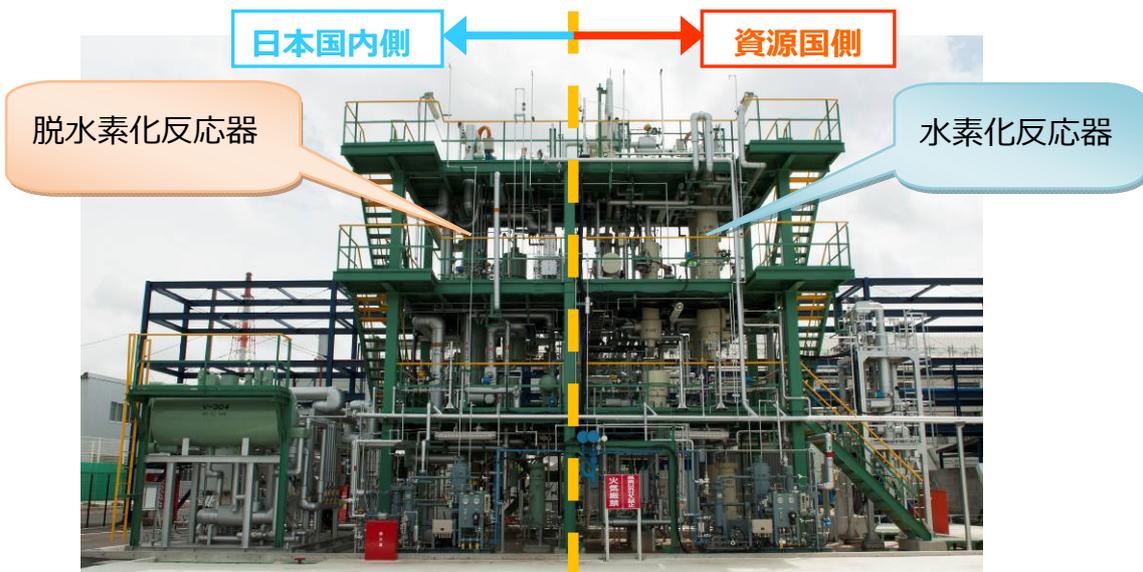
##### ③化石燃料由来の水素であっても、CCSと組み合わせることによりグリーン水素と認識されれば、低炭素技術として国際社会へ貢献

## 参考資料

### ①水素エネルギーフロンティア国家戦略特区 展開イメージ



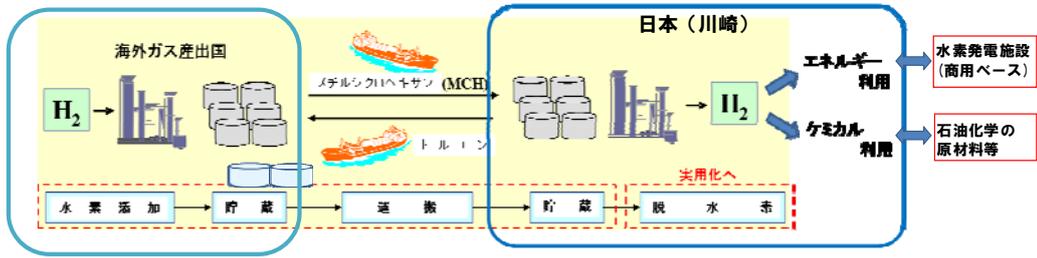
### ②脱水素化・水素化デモプラント (千代田化工建設(株)子安リサーチパーク)



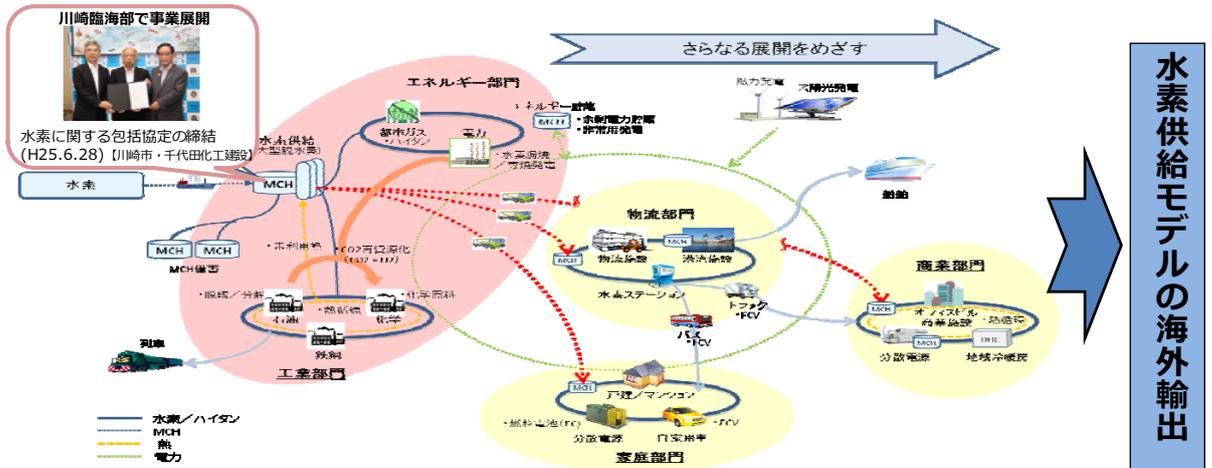
世界に先駆け、有機ケミカルハイドライド法のシステム全体 (50N m<sup>3</sup>/h) を実証(2013年4月運転開始)

### ③水素ネットワークの構築

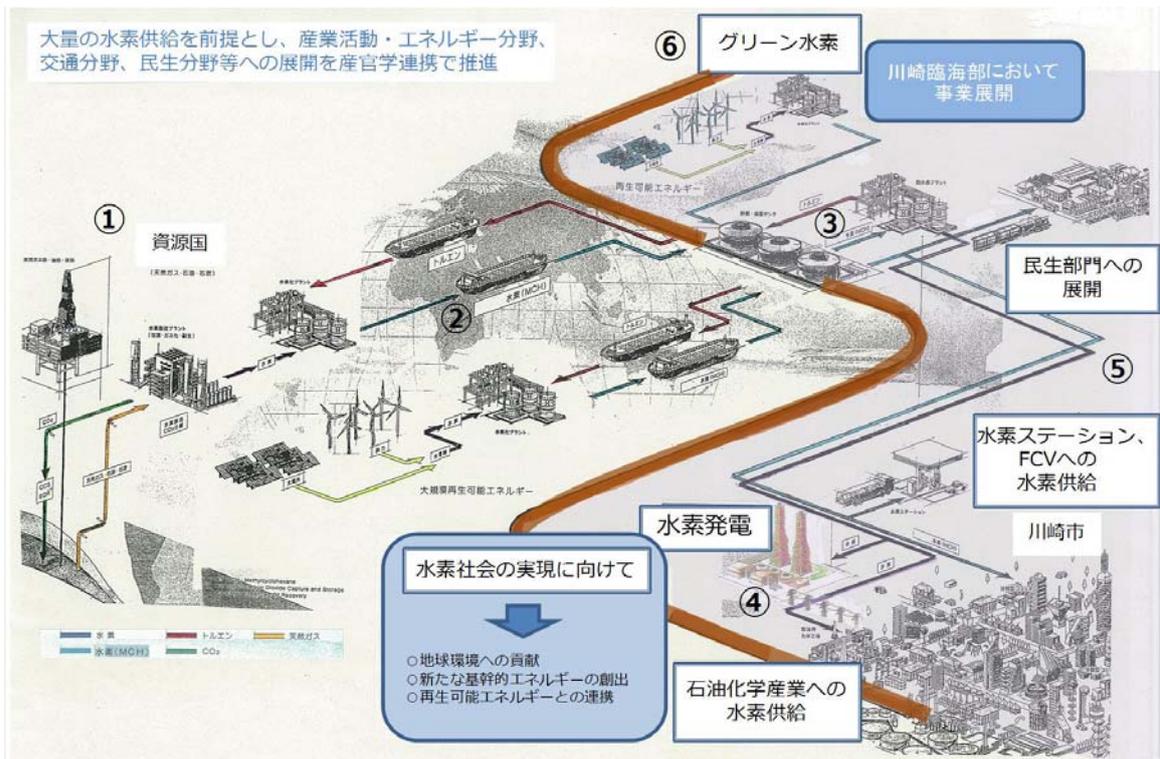
#### ○ 水素の大量貯蔵・輸送技術



#### ○ 水素供給モデルの展開



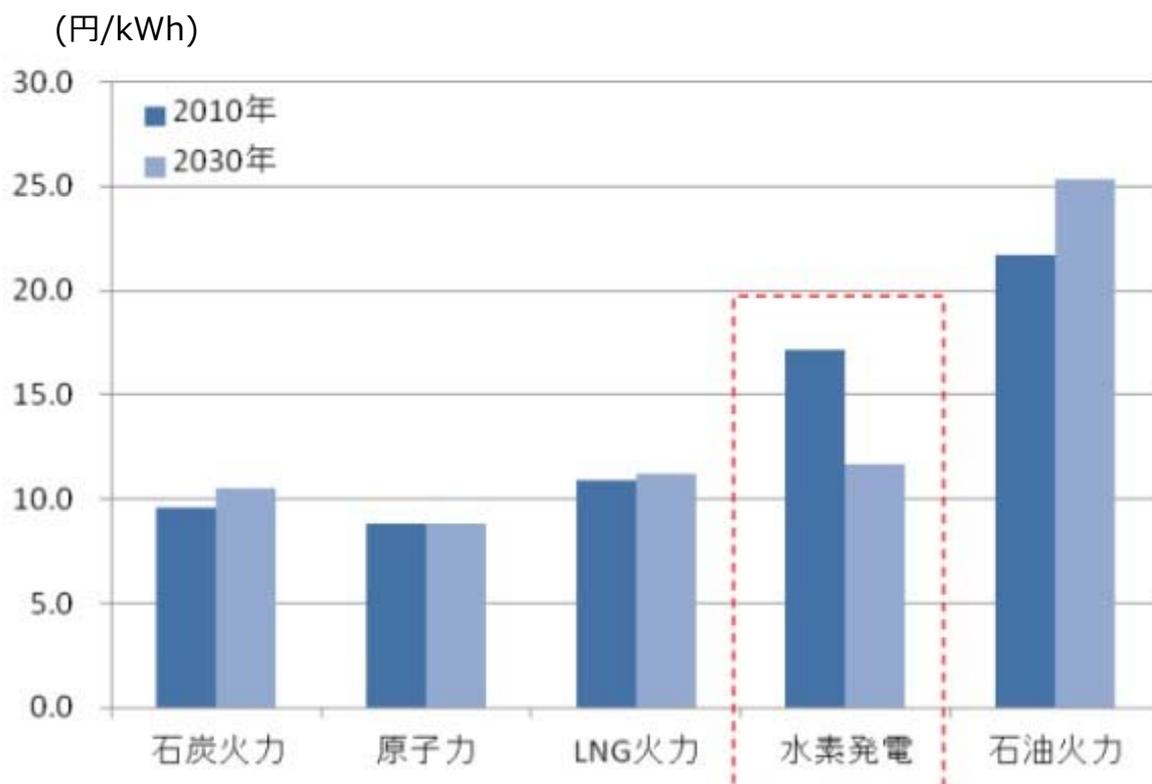
### ④水素ネットワークの展開 (イメージ)



⑤発電コスト比較（CO2 対策費を含む）

- ・水素発電は、水素輸送量の拡大などにより、LNG 火力とほぼ同等の発電コストとなる見通し

**発電コスト比較（CO2対策費含む）**



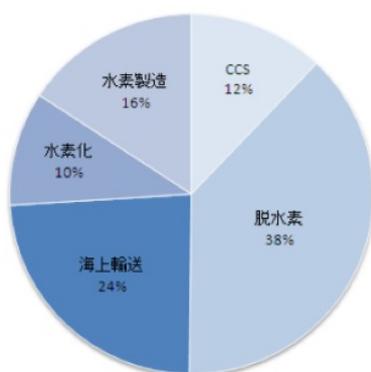
※ 各発電コストは、コスト等検証委員会報告書より引用。

(CO2価格は、EU政策シナリオ：\$19.5/t-CO2@2010, \$40/t-CO2@2030)

## ⑥水素供給コスト削減シナリオ（2010 - 2030年）

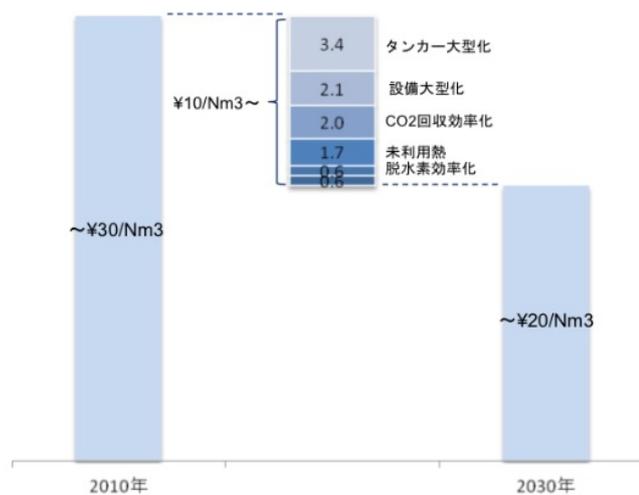
- ・水素供給コストの削減において、設備およびタンカーの大型化、CO<sub>2</sub>回収の効率化、未利用熱の有効活用が大きな要素

コスト内訳（NG改質水素）



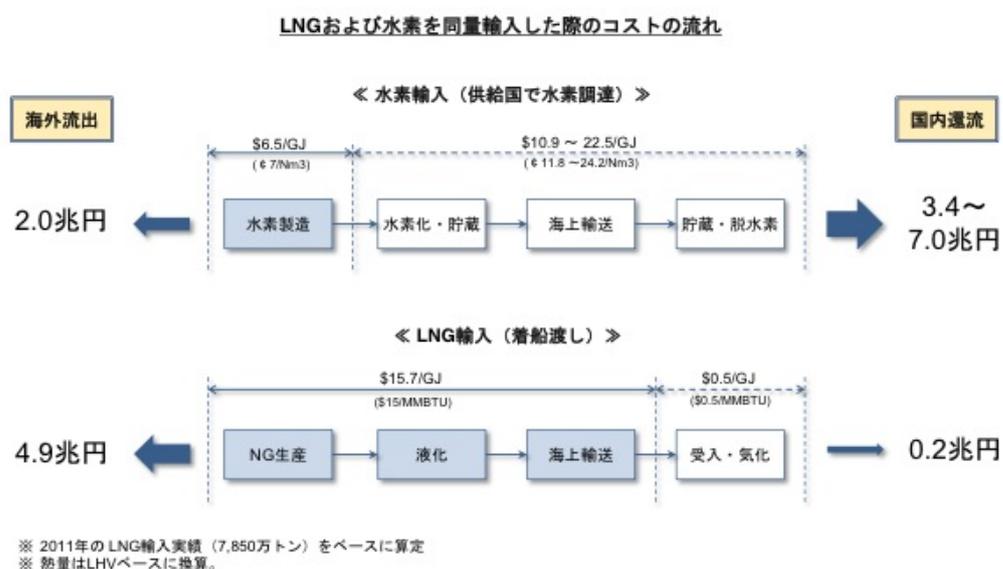
コスト削減内訳（NG改質水素）

(¥/Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>)



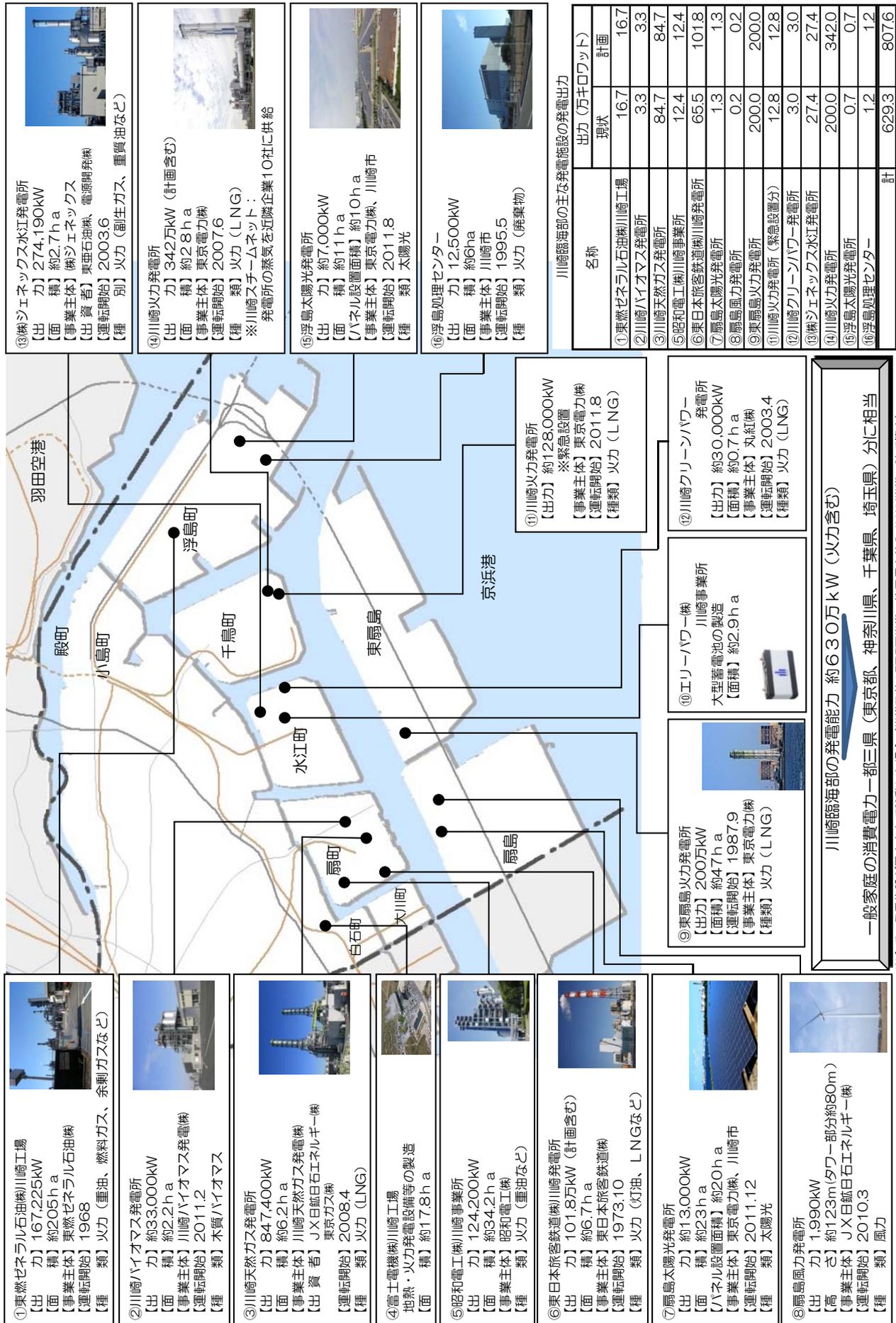
### ⑦水素エネルギーの意義（エネルギーコストの国内還流）

- ・日本発のシステムによる水素輸入は、LNGより海外流出コストが少なく、貿易収支の改善に寄与
- ・また、投下資本のほとんどが国内に還流し、国富の流出を抑えつつ、温室効果ガス削減を可能とする。

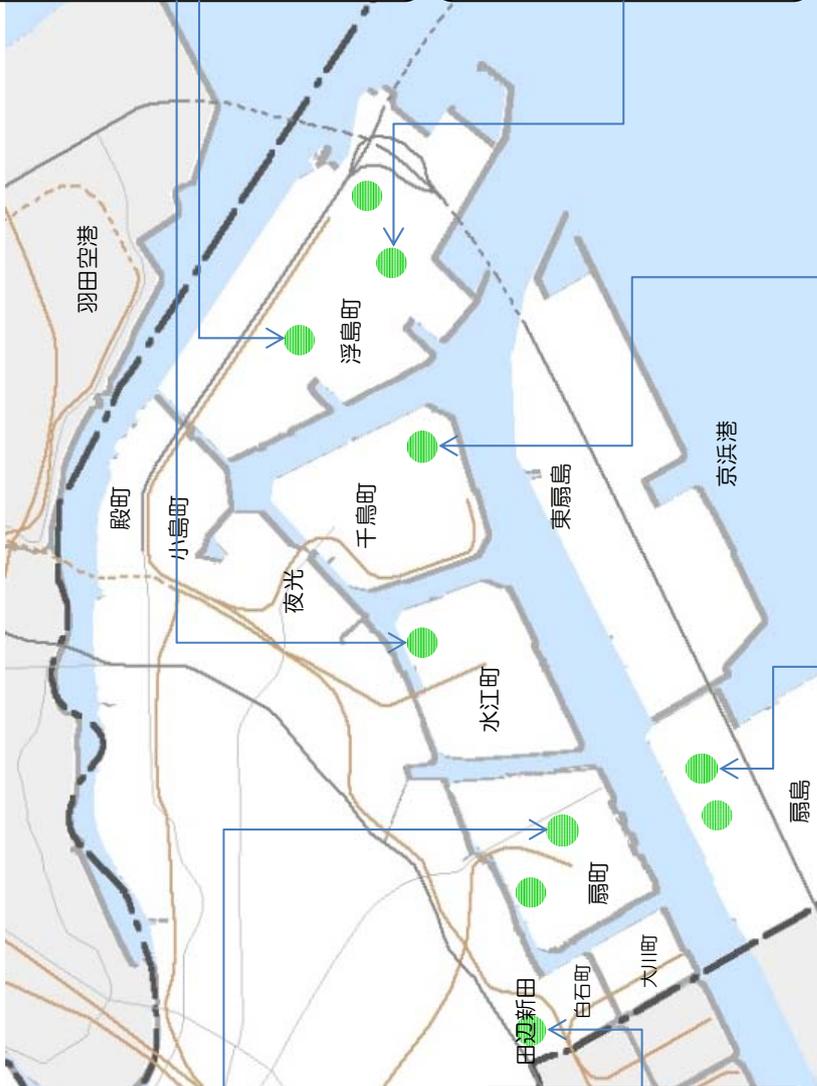


# 川崎臨海部の主な発電施設

## 太陽光、風力、バイオマス、LNGなどを活用した多様な発電所の集積



# 川崎臨海部における環境技術に関する取組



## ○天然ガス発電所(扇島)

- 出力 約8575kW
- 熱効率 約58%「世界最高水準」
- 全体運転開始 2008年10月
- 事業主体 川崎天然ガス発電(株)
- (JX日鉱石エネルギー(株)、東京ガス(株))



## ○最新鋭タービン・発電機専用工場

- (田辺新田)
- 蒸気タービン・発電機の製作
- 地熱発電分野で世界最大級の1,39MW
- 地熱蒸気タービン・発電機を製作・納入
- 事業主体 富士電機(株)



## ○廃プラスチックアンモニア原料化施設(扇町)

- 処理量 64,000t/年(廃プラスチック)
- 生産量 58,000t/年(アンモニア)
- 運転開始 2003年
- 事業主体 昭和電工(株)

※昭和電工(株)は水素を製造するとともに、關東圏企業へ原料等として水素を供給



## ○風力発電所(扇島)

- 出力 約2千kW
- 風車仕様 高さ約12.3m
- タワー部分 約80m
- 運転開始 2010年3月
- 事業主体 JX日鉱石エネルギー(株)
- ※資源利権1庁補助採択



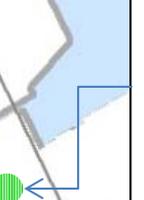
## ○大規模太陽光発電所

- (浮島・扇島)
- 出力 20MW
- 敷地面積 約34ha
- パネル面積 約30ha
- 運転開始 2011年8月
- 事業主体 東京電力(株)
- 川崎市
- ※PRR施設「かわさきエコ暮らし未来館」(2011年8月開館)



## ○火力発電所の蒸気を周辺企業に供給

- (王島町・夜光)
- 供給量 約30万トン/年
- 供給開始 2010年2月
- 事業主体 川崎ステームネット(株)
- ※千鳥・夜光地区 10社に供給



## ○火力発電所の蒸気を周辺企業に供給

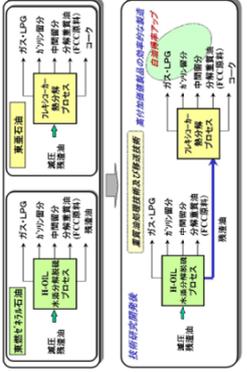
- (王島町・夜光)
- 供給量 約30万トン/年
- 供給開始 2010年2月
- 事業主体 川崎ステームネット(株)
- ※千鳥・夜光地区 10社に供給



## ○重質油高度総合処理技術開発(浮島)

○製油所間において異なる重質油分解設備を組み合わせて一体的に運用することにより、揮発油等の高付加価値石油製品の効率的な製造を可能とする

- 事業主体 東燃ゼネラル石油(株)、昭和シェル石油(株)、東亜石油(株) (RING事業)



## ○企業間連携による水素の有効活用(浮島)

- JXのスクラムクラッカーから発生した水素を東燃に移送
- 16.1%のCO2削減効果
- 事業主体 東燃ゼネラル石油(株)、JX日鉱石エネルギー(株)



## ○コンバインドサイクル発電の導入

- 敷地面積 約28ha
- 1号系列
- ・出力 150万kW (1500℃級)
- ・熱効率 約59% (1500℃級)
- 「世界最高水準」
- 運転開始 2009年2月
- 2号系列
- ・出力 50万kW×1軸 (1500℃級)
- 71万kW×2軸 (1600℃級)
- ・熱効率 約61% (1600℃級)
- 「世界最高水準」
- ・全体運転開始(予定) 2017年度
- 事業主体 東京電力(株)

