

多様性を基軸としたこれからのエネルギー戦略 —エネルギーに関わる歴史的経緯と今後の方向性—

岡崎 健

Ken OKAZAKI

東京工業大学 特命教授

科学技術創成研究院

グローバル水素エネルギー研究ユニット

日本機械学会 動力エネルギーシステム部門

震災対応臨時委員会 一般公開セミナー

宇部市文化会館、山口県宇部市

2018 6/13(水)



講演内容

1. エネルギー分野の歴史的経緯と動向

- ・エネルギー選択の流れと今後の戦略
- ・新たなエネルギーベストミックスへ

2. 火力発電をめぐる最近の動向と技術革新

- ・高効率 ・クリーン(ゼロエミッション) ・温暖化対策
- ・水素タービン

3. 水素社会実現に向けた動向と課題

- ・要素技術開発からシステム技術へ
- ・再生可能エネルギーとの連携とCO₂フリー水素の普及

4. エネルギー分野: 研究開発領域の動向 (JST俯瞰報告書)

- ・主な研究開発領域の動向
- ・取り組むべき課題(ボトルネック)と技術革新

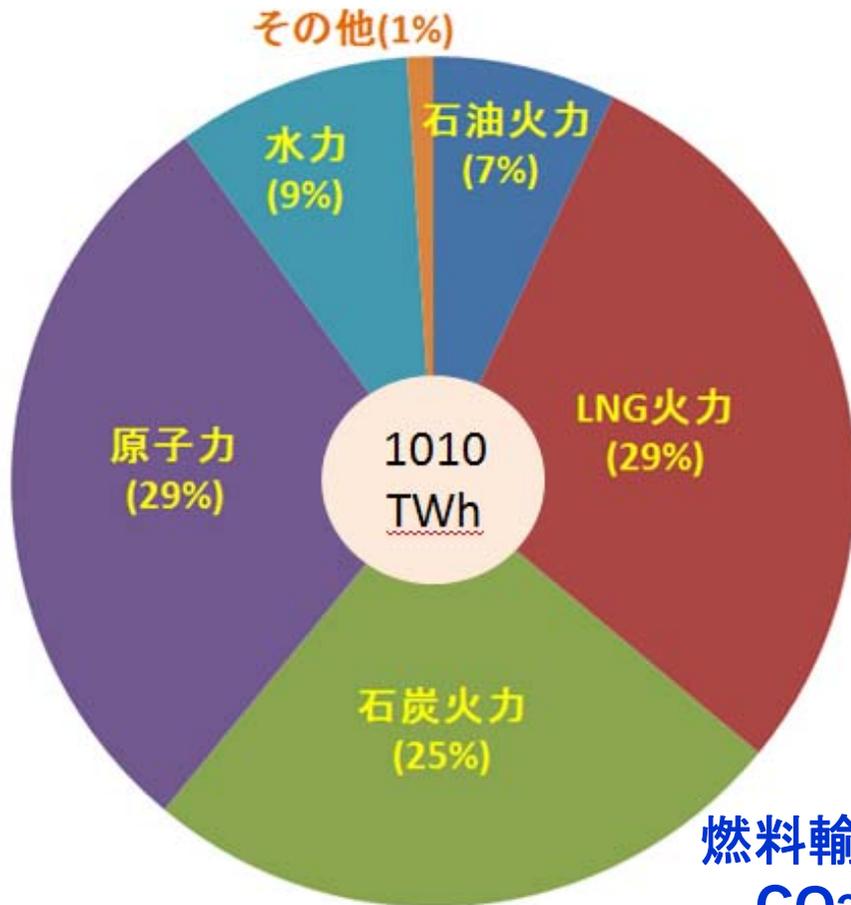
5. まとめ



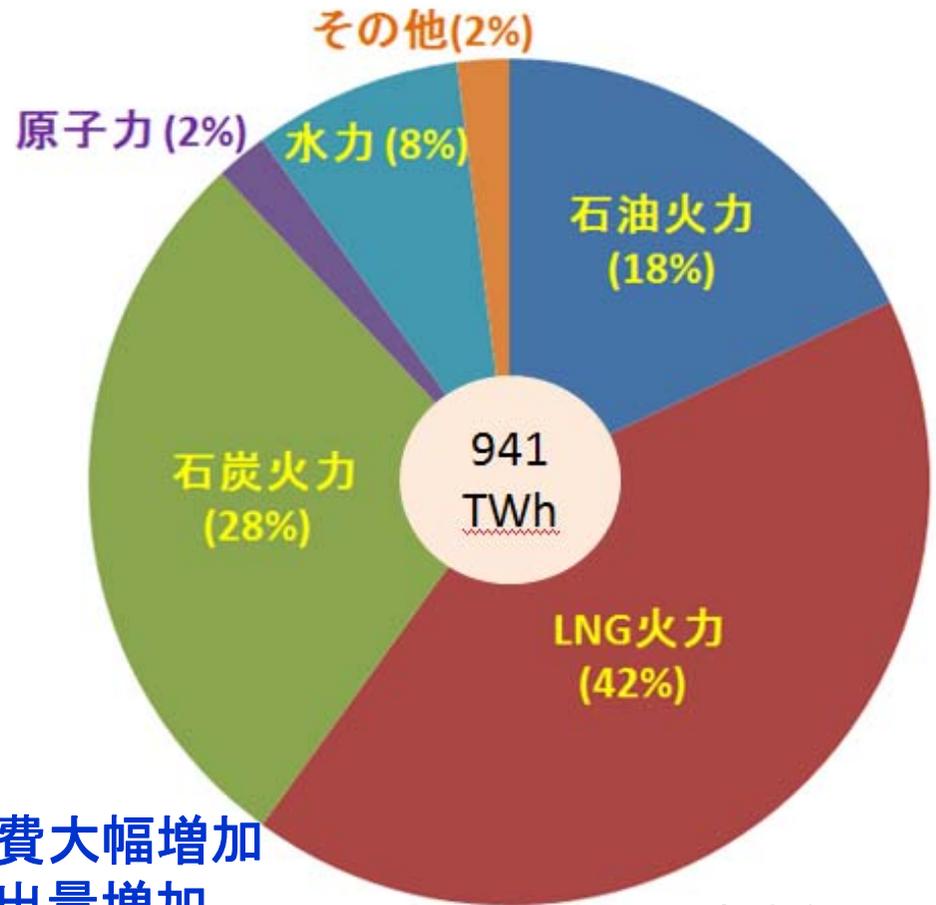
エネルギー分野の歴史的経緯と動向

- 日本のエネルギー事情
(震災(2011.3)前後で激変)
- 日本のエネルギー選択の歴史と背景
(一次エネルギー、電力)
- エネルギー選択の流れと今後の戦略
- エネルギー源の新たなベストミックスへ

震災前の日本の電源別発電量 (FY2010)



震災後の日本の電源別発電量 (FY2012)



燃料輸入費大幅増加
CO2排出量増加

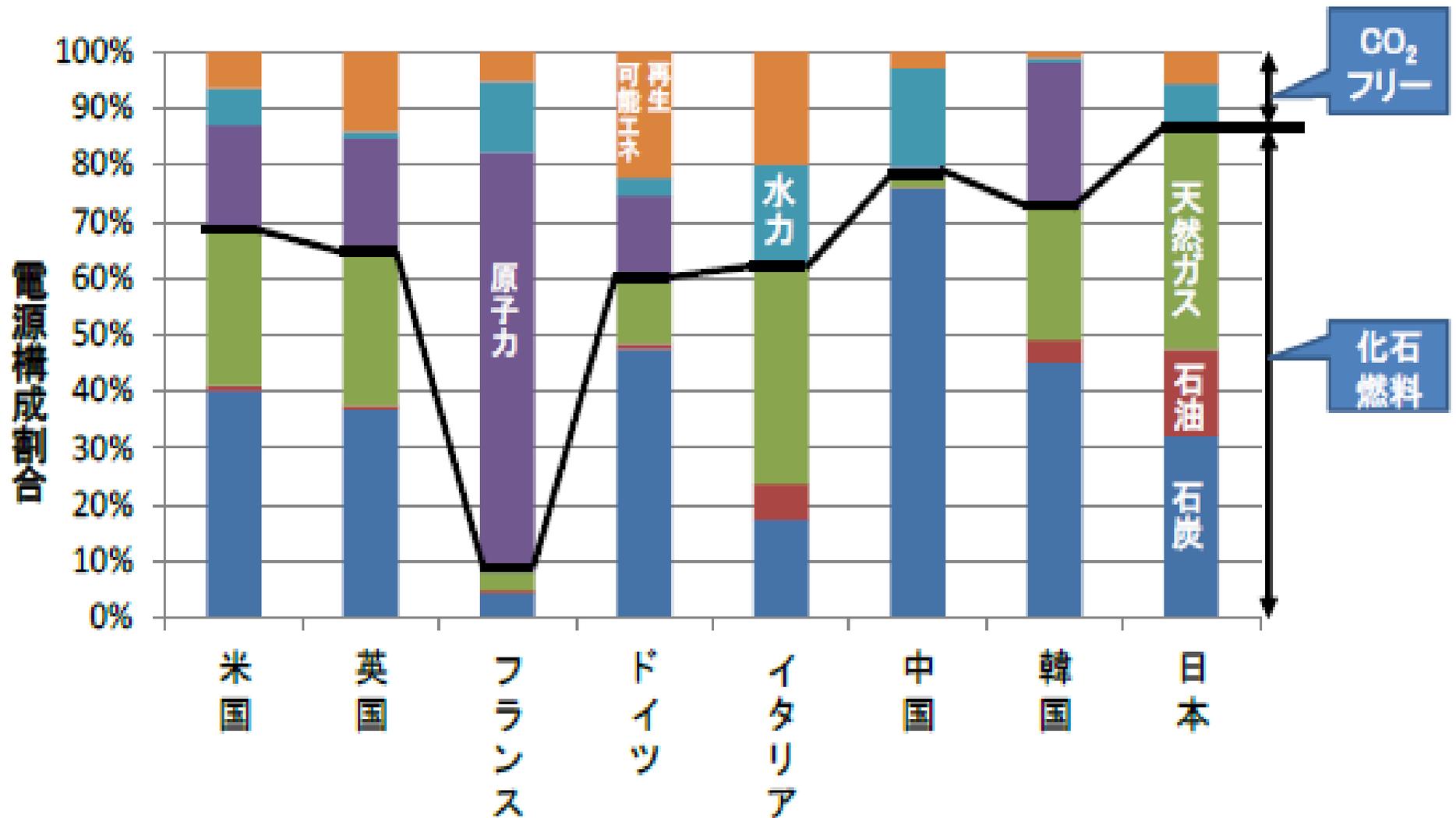
(電事連資料2013より)

エネルギー源の多様化
バランスが取れていた



火力発電だけで約90%

今後、「多様性」を基軸とした新たなベストミックスの構築へ

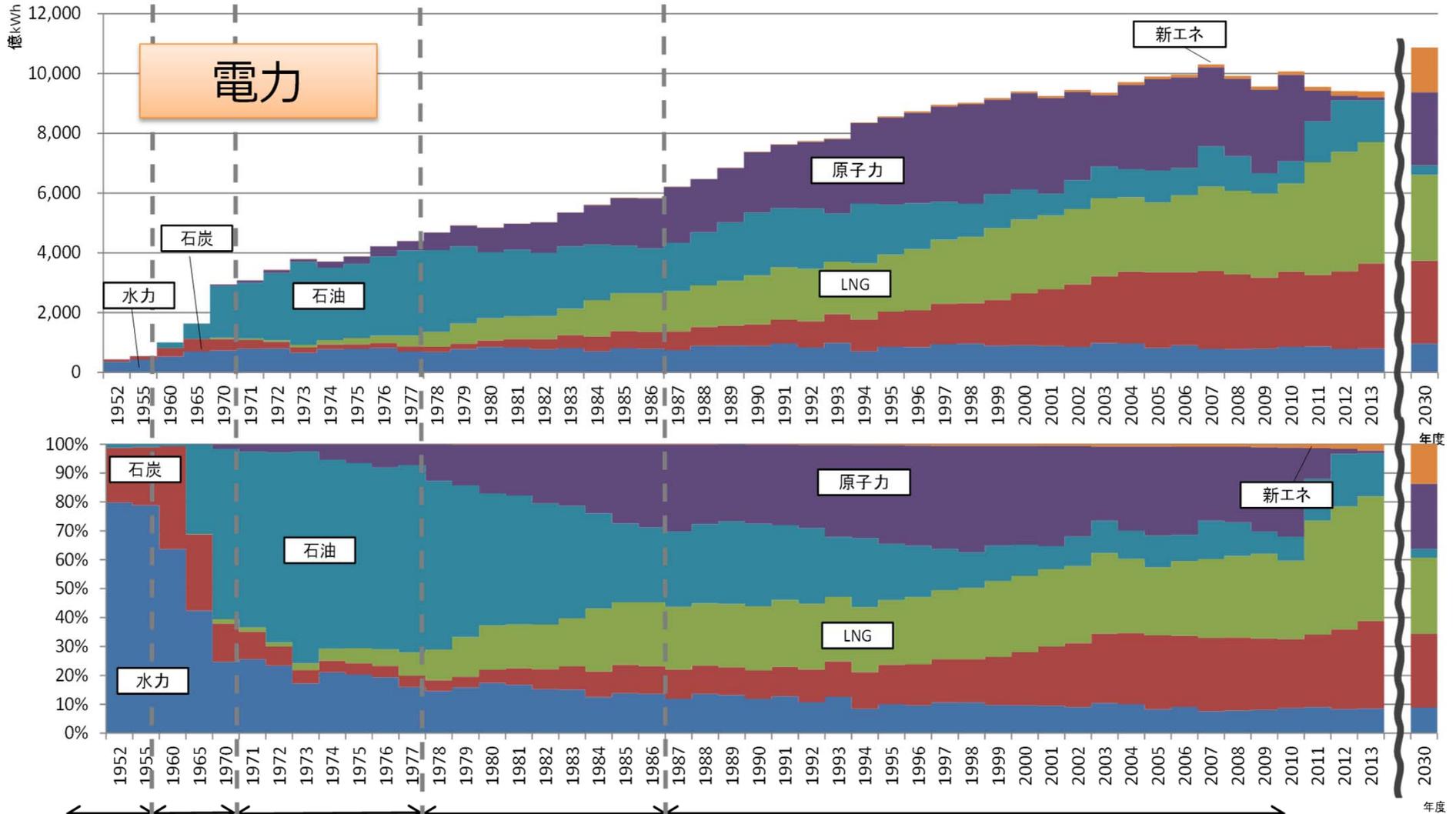


出典： 経済産業省資源エネルギー庁エネルギー白書2015

主要国の電源構成割合 2012年実績



日本のエネルギーの選択の歴史（電力）

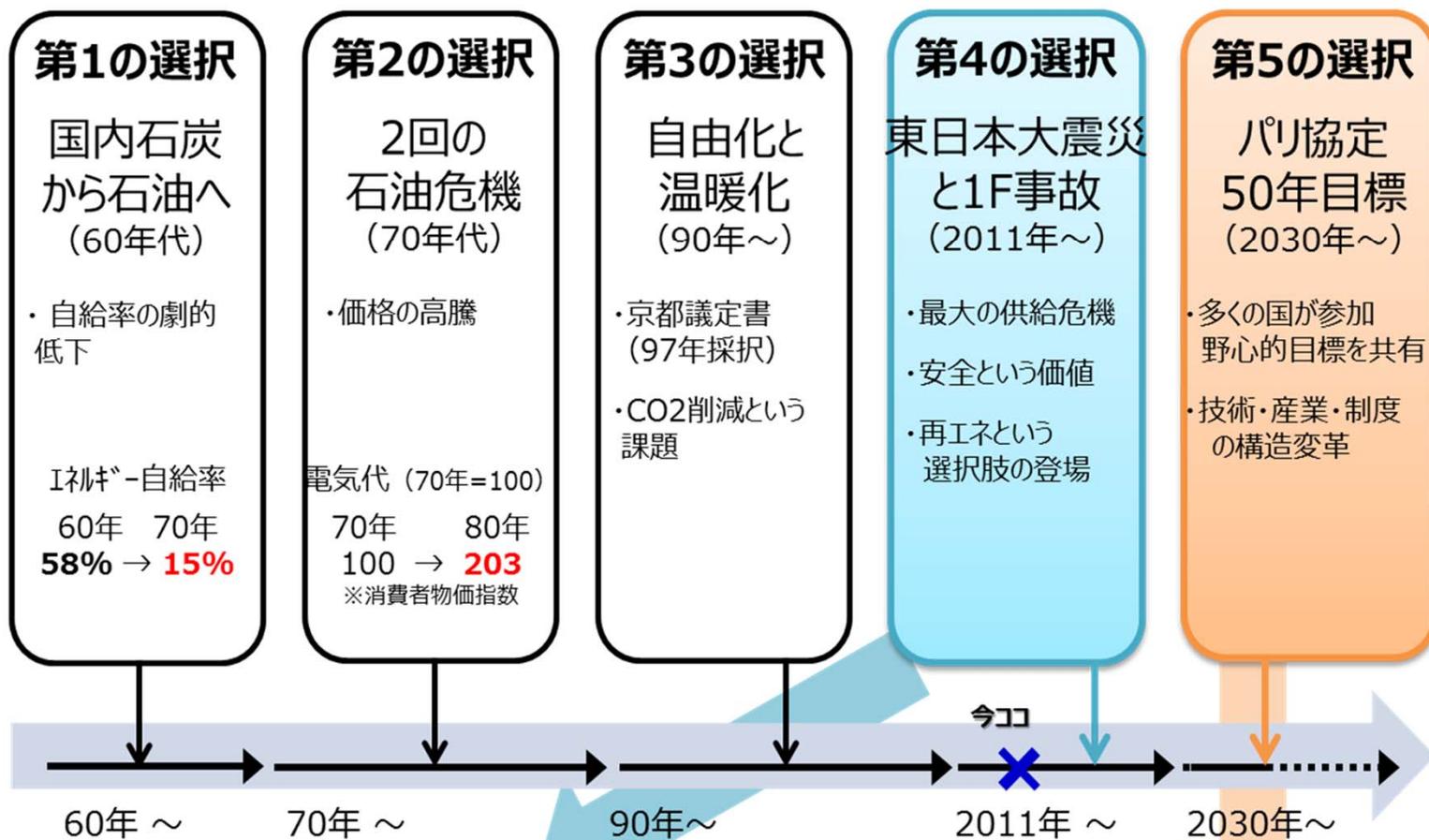


戦後復興期	高度成長期	第一次石油危機後	第二次石油危機後	長期デフレ	地球温暖化問題の顕在化	これからの選択
水力から石炭	石炭から石油へ	脱石油。ガスと原子力の開発に。	石炭の再評価。	温暖化の要請から原子力重視へ	世界最高の省エネ国家へ。	

(出典) 資源エネルギー庁「電源開発の概要」、「電力供給計画の概要」を基に作成。第21回基本政策分科会資料。

資源エネルギー庁 新エネルギーシステム課 山影雅良、東工大水素シンポ 2017.10.16

エネルギー選択の大きな流れ

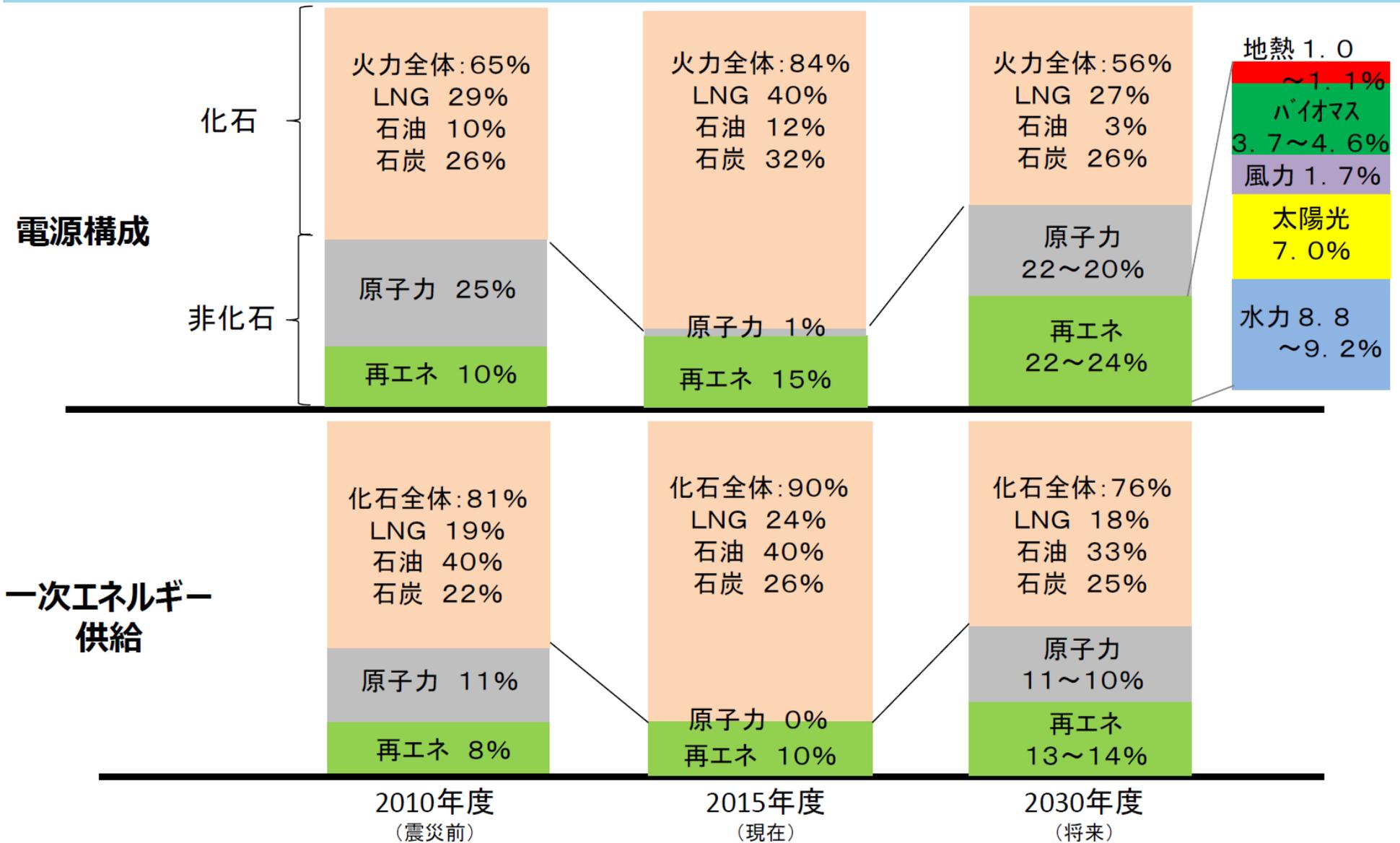


- ◎ 主な情勢変化、今後その見極めが重要
- 油価と再エネ価格の下落
 - 蓄電池開発の本格化と現実
 - 脱原発を宣言した国がある一方、多くの国が原子力を活用している状況
 - 自由化と再エネ拡大、悪化する投資環境
 - パリ協定、米国離脱もトレンド変わらず
 - 拡大する世界のエネルギー・電力需要
 - 新興企業の台頭、金融の存在感
 - 高まる地政学リスク、求められる戦略

(出典) 第1回エネルギー情勢懇談会資料

エネルギーミックスについて

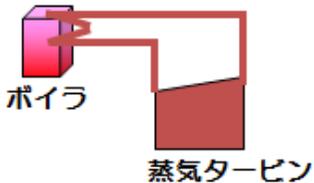
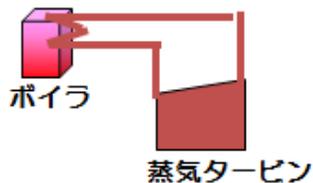
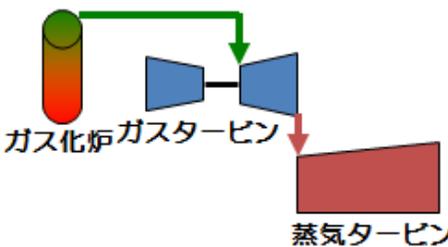
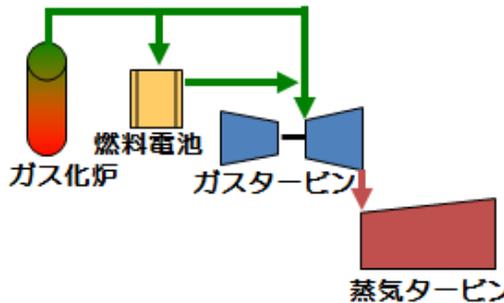
- 2030年度のエネルギーミックス（再エネ22～24%）を目指すために、再生可能エネルギーの最大限の導入に取り組むことが重要。



火力発電をめぐる最近の動向と技術革新

- 徹底した高効率化
- エミッションフリー、クリーン
(NO_x、SO_x、煤塵)
- 温暖化防止
(CO₂排出抑制、CCS)
- 水素発電
(タービン: 混焼、専焼、酸素-水素燃焼)

石炭利用高効率発電技術

微粉炭火力 (PCF*)	石炭ガス化複合発電 (1500℃級IGCC**)	石炭ガス化燃料電池 複合発電 (IGFC***)
微粉炭火力は蒸気タービン(ST)のみで発電する方式、現在の石炭火力の主流。蒸気の温度・圧力条件を上げることで効率が向上。現在、750℃級のA-USCの開発が計画中。	IGCCはガスタービン(GT)とSTの複合発電、微粉炭火力に比べ高効率発電が可能。ガスタービン入口ガス温度を上げることで効率は向上する。	IGFCはIGCCに燃料電池(FC)を組み合わせたトリプル複合発電方式。IGCCに比べ更に高効率発電が実現できる。
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>最新火力 (USC*)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>750℃級A-USC*</p>  </div> </div>		
発電端：43%(HHV) 送電端：41%(HHV) (比較ベース)	発電端：51～53% 送電端：46～48% CO2低減：約▲15%	発電端：60%以上 送電端：55%以上 CO2低減：約▲30%
既存の最新技術。	耐高温高圧材料（ニッケル合金）の開発が大きな課題。	石炭ガス化方式には酸素吹と空気吹の2方式がある。空気吹方式は日本で開発されているもの。 ガス化方式は酸素吹が基本。IGFC実用化の課題は、燃料電池の大型化とIGFCシステムとしての検証。

*PCF:Pulverized Coal fired
 USC:Ultra Super Critical(超々臨界圧石炭火力発電技術)
 A-USC:Advanced Ultra Super Critical(先進超々臨界圧発電技術)

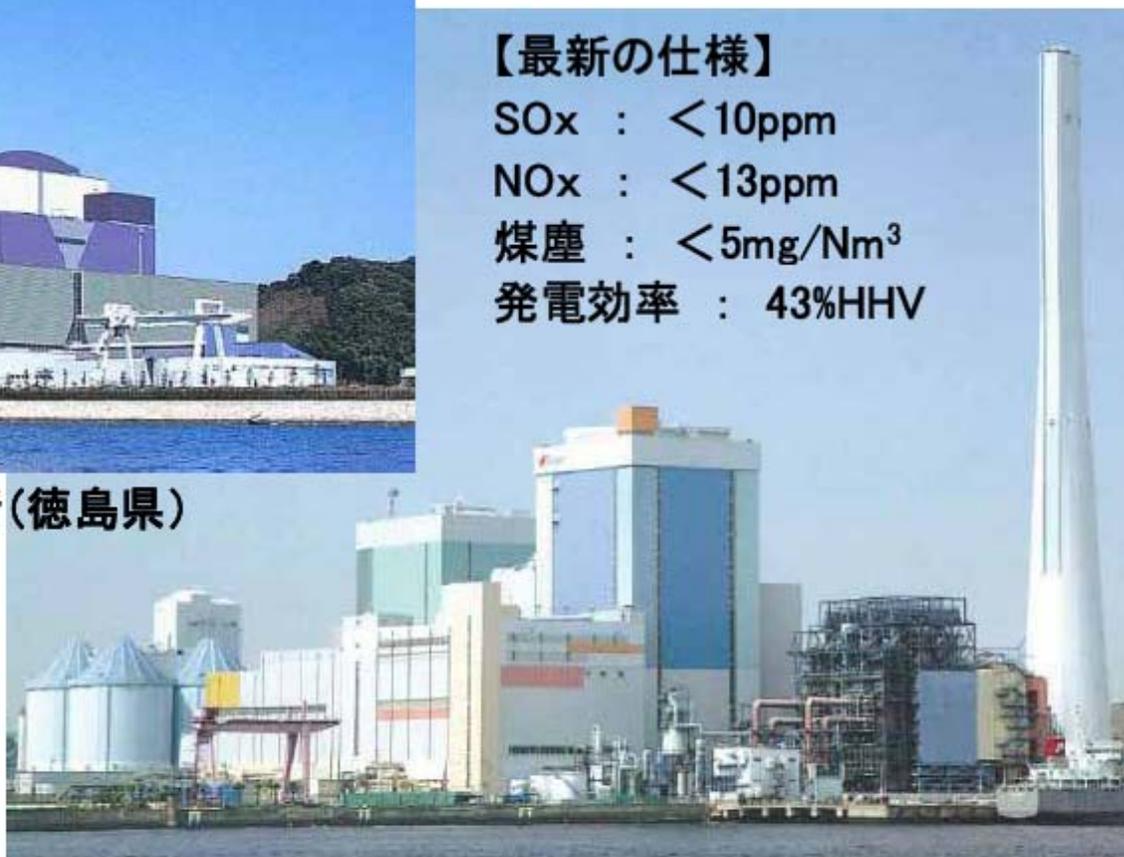
**IGCC:Integrated Gasification Combined Cycle
 ***IGFC:Integrated Gasification Fuel Cell Combined Cycle



最新の日本の石炭火力発電所(世界最高性能)



Jパワー橋湾火力発電所(徳島県)



Jパワー磯子火力発電所(神奈川県)

【最新の仕様】

SOx : < 10ppm

NOx : < 13ppm

煤塵 : < 5mg/Nm³

発電効率 : 43%HHV



IGCC (石炭ガス化複合発電)

■ 技術概要

石炭をガス化して、ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたコンバインドサイクル発電を行う技術。

■ 特徴

発電効率がA-USC並以上に高く、排ガス中のSOx、NOx、煤塵などがLNGコンバインド発電並に少ない。低品位炭が利用でき、CO₂分離回収が容易なのも特徴。

■ 技術確立時期

2020年度頃
(1700℃級IGCC)

■ CO₂排出原単位

650 g-CO₂/kWh程度
(1700℃級IGCC)

■ 送電端効率(HHV)

46～50%程度

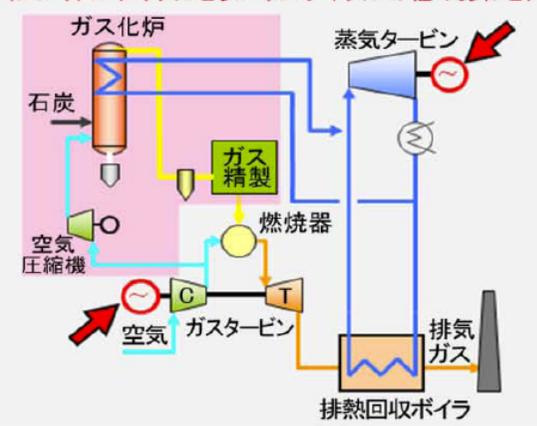
■ コスト目標

量産後、従来機並みの
発電単価

IGCCとは?

- コンバインドサイクルシステムと石炭ガス化プロセスを組み合わせることで高効率化
- 高い効率によりCO₂排出量を低減し、地球温暖化を防止

複合発電 (ブレイトンサイクルとランキンサイクルの組み合わせ)



国内のIGCCプロジェクト(実証機および商用機モデル)



(出典; 第6回東京大学I研報告書「環境シナリオ」MHPs資料2014.10)



IGFC（石炭ガス化燃料電池複合発電）

■ 技術概要

石炭をガス化し、燃料電池、ガスタービン、蒸気タービンの3種の発電形態を組み合わせることでトリプル複合発電を行う技術。

■ 特徴

石炭火力発電技術の中で最も高効率化が図れる。また、幅広い出力幅に対しても高効率化が維持できる。



大崎クールジェン実証試験プラント
(出典；第1回次世代火力発電協議会資料(電源開発)(2015.6))

■ 技術確立時期

2025年度頃

■ CO₂排出原単位

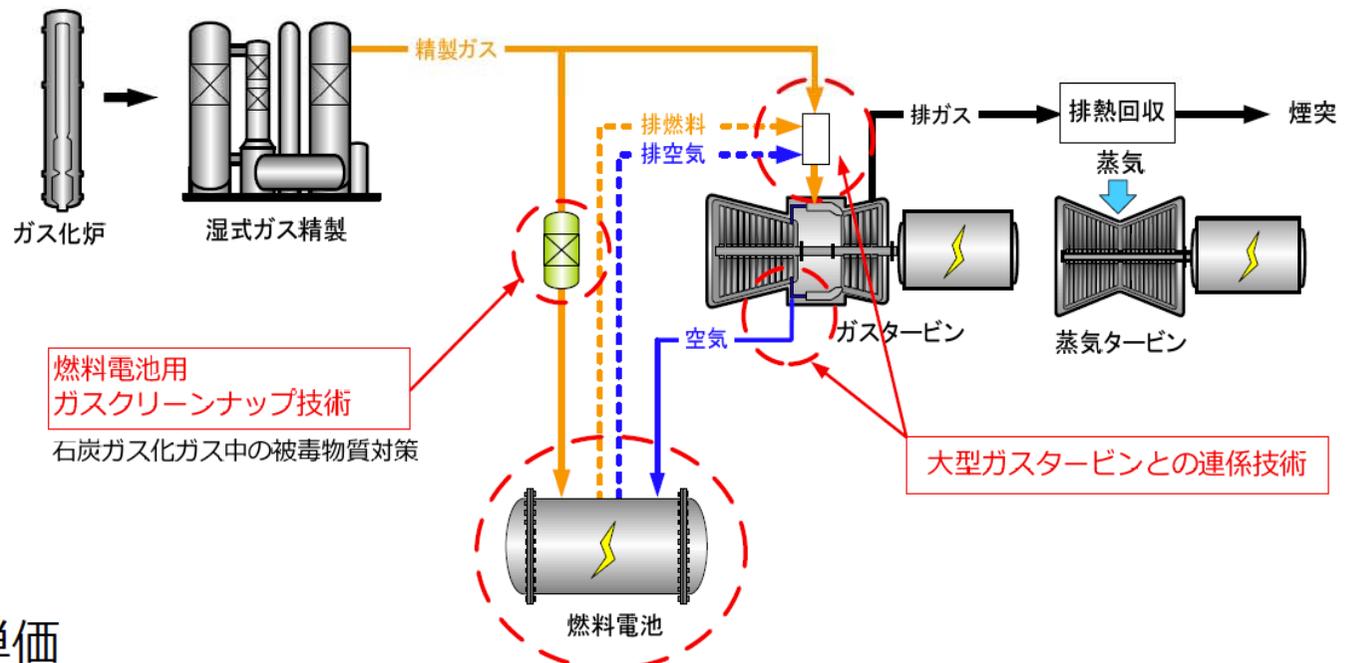
590 g-CO₂/kWh程度

■ 送電端効率(HHV)

55%程度

■ コスト目標

量産後、従来機並みの発電単価



燃料電池用
ガスクリーナップ技術
石炭ガス化ガス中の被毒物質対策

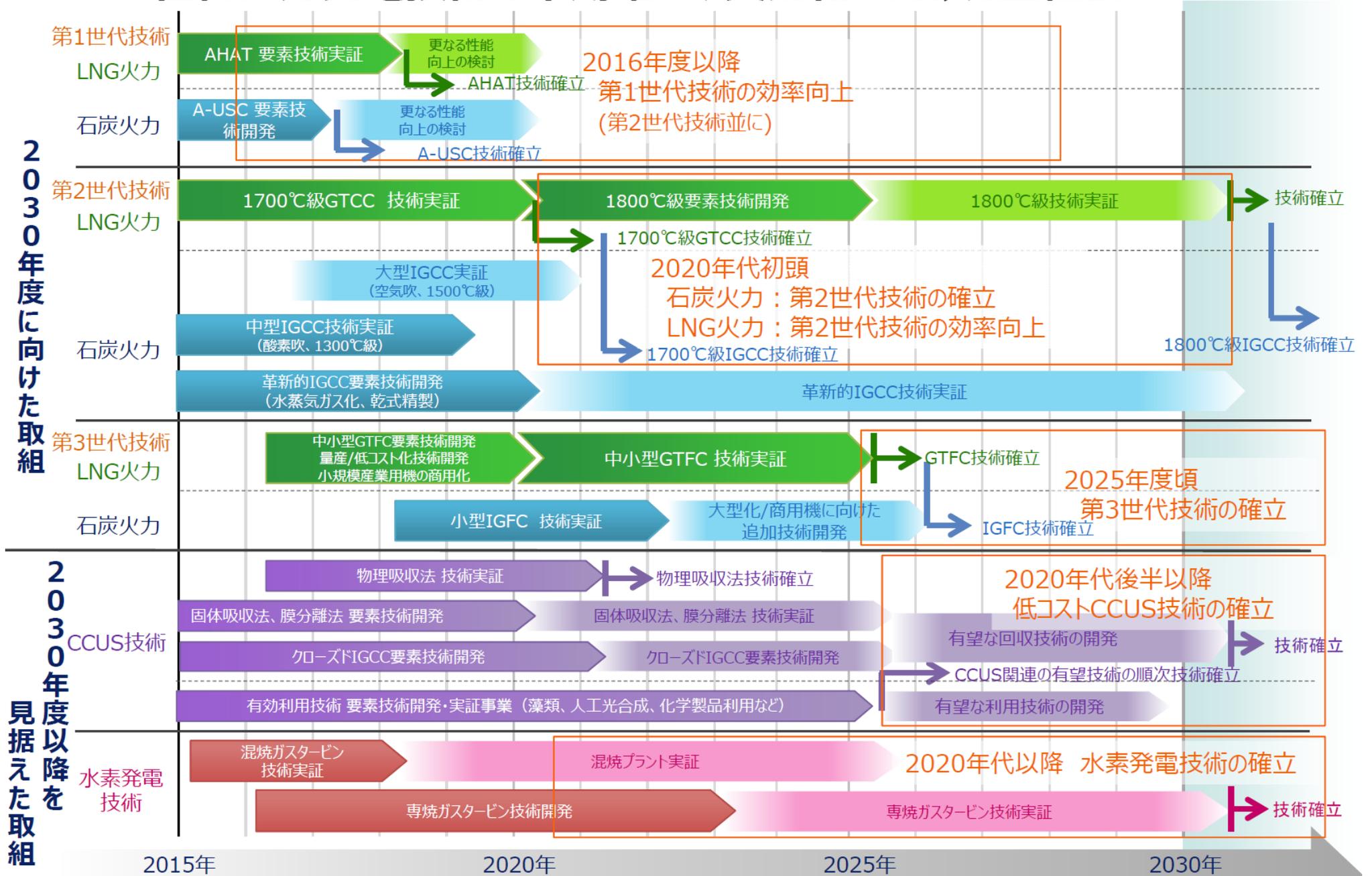
大型ガスタービンとの関係技術

石炭ガス化ガス対応SOFCモジュール技術

炭素析出対策、高圧化対策
(出典；第1回次世代火力発電協議会資料(電源開発)(2015.6))

次世代火力発電に係る技術ロードマップ資料集(METI, 2016.6)

次世代火力発電技術の早期確立、実用化に向けた工程表



次世代火力発電に係る技術ロードマップ(METI, 2016.6)



⑩水素発電

■ 技術概要

水素をガスタービンやボイラで燃焼させて発電する技術。天然ガスなど他の燃料と燃焼する混焼方式と、水素のみで燃焼する専焼方式がある。

■ 特徴

発電段階ではCO₂を排出せず（専焼方式）、水素製造法によってはCO₂フリーの電源になる。

■ 技術確立時期

混焼方式 2020年～
専焼方式 2030年～

■ CO₂排出原単位

CO₂フリーが前提

■ 送電端効率(HHV)

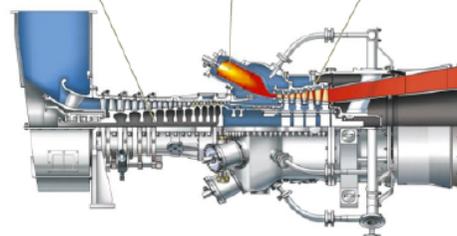
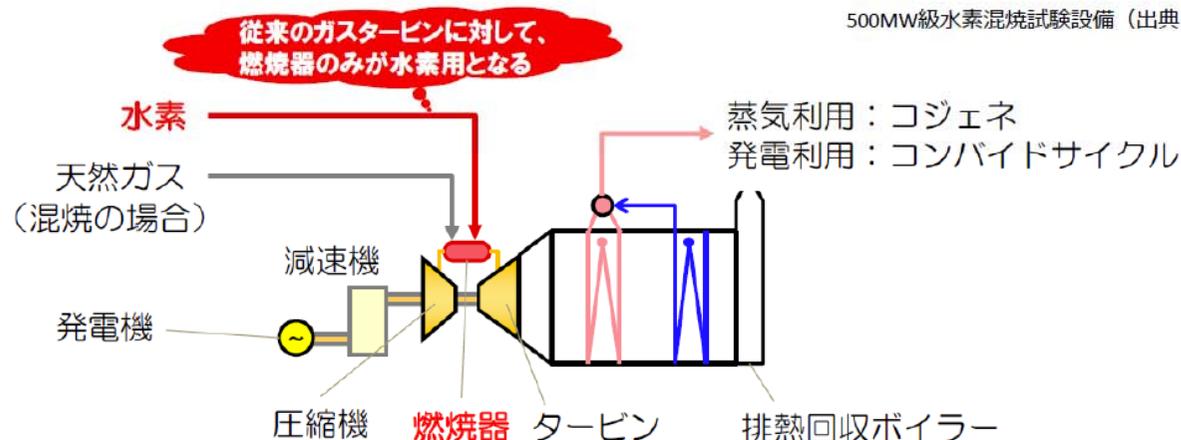
1700℃級GTCCと同等かそれ以上
(MHPS)

■ コスト

プラント引き渡し水素価格 30円/Nm³
発電コスト 17円/kWh
(水素・燃料電池戦略ロードマップ, 2016.3)



500MW級水素混焼試験設備（出典；MHPS）



水素ガスタービン（出典；川崎重工業）

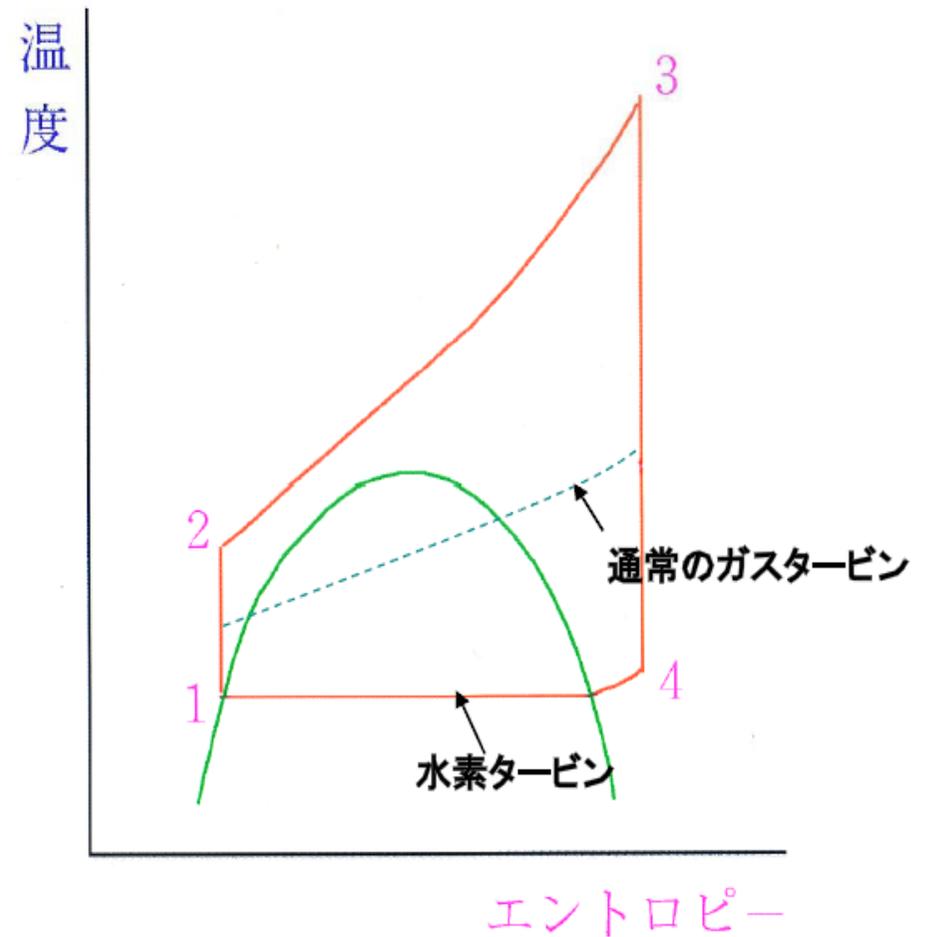
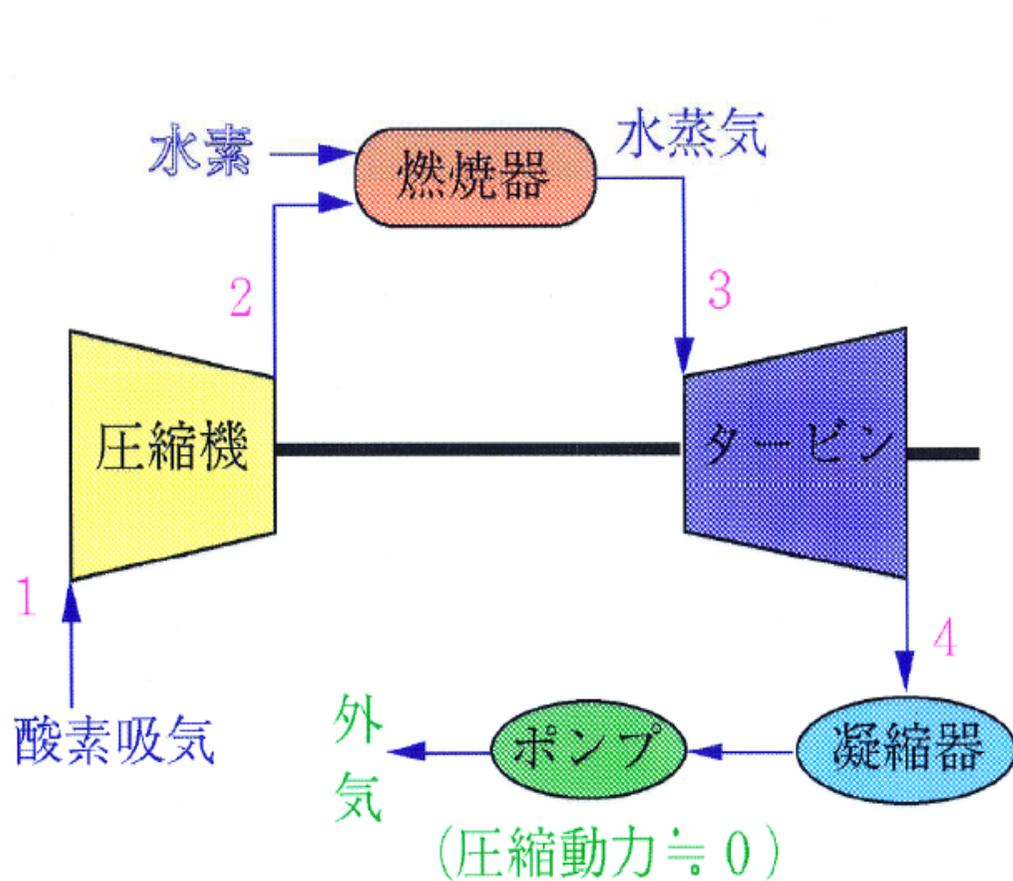


マルチクラスタ燃焼器（出典；MHPS）



水素の酸素燃焼による新サイクル

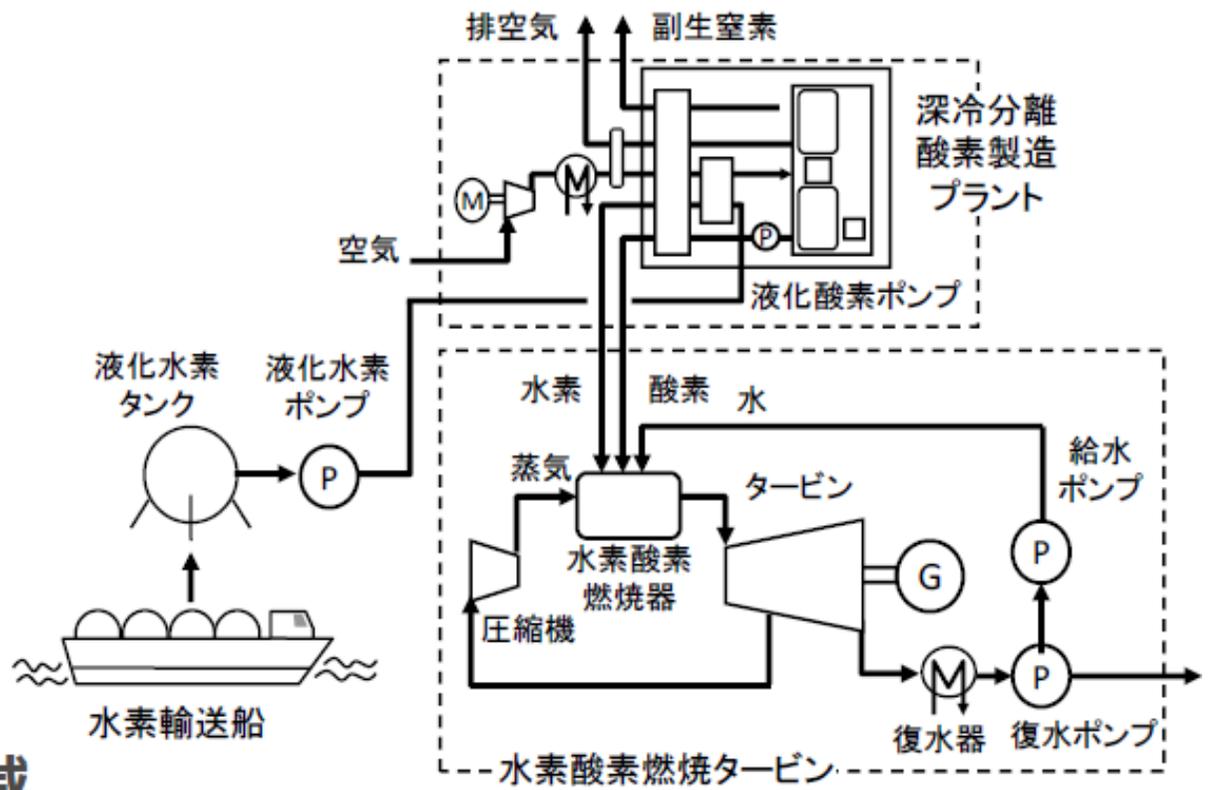
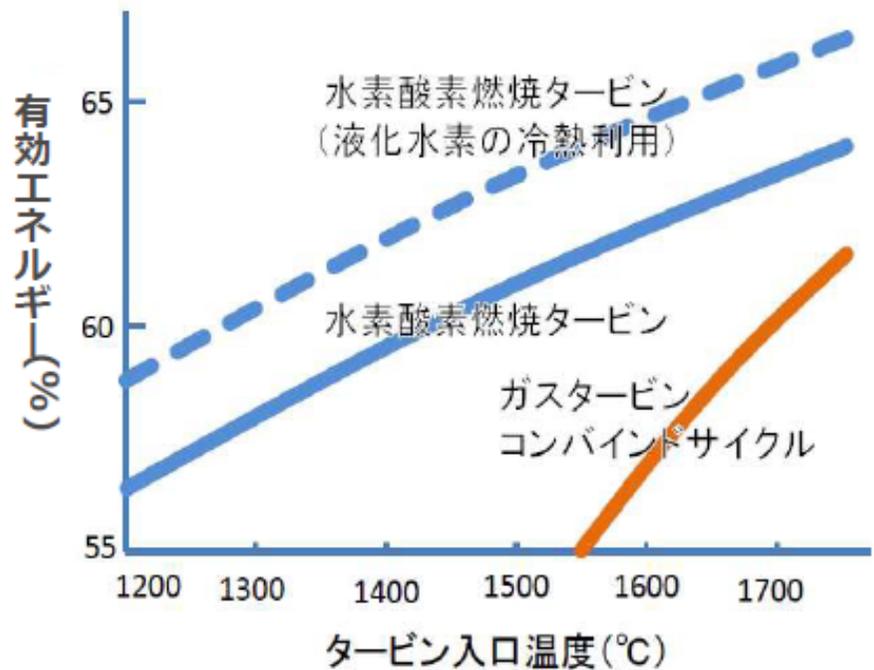
- ・ 燃焼生成物: 水蒸気のみ (希釈ガスが水蒸気の場合)
- ・ ガスタービンと蒸気タービンの長所を兼ね備えた複合サイクル以上の性能 (ブレイトンサイクル+ランキンサイクルの自動複合化)



外部仕事 $dW = PdV$ $\eta = W/Q_{in} = (Q_{in} - Q_{out})/Q_{in}$, $Q = \int Tds$

究極のクリーン・高効率発電 水素酸素燃烧タービン

水素製造 ▶ 輸送・貯蔵 ▶ 水素利用



- 高効率化によるコスト低減
- 水素-酸素燃烧により水しか排出しない
(酸素製造は液化水素の冷熱を利用)

出典：山下他, 日本ガスタービン学会誌, vol.45 No.3 (2017)より作成

水素エネルギー普及に向けた動向と課題

- 水素社会実現に向けた動向と課題
(世界の動向、グローバル企業の連携へ)
- 要素技術開発からシステム構築へ
(FCV、ENE-FARM → インフラ、サプライチェーン)
- 再生可能エネルギーとの連携
(P2G、貯蔵、輸送、利用、アンシラリーサービス)
- CO₂フリー水素の大量普及へ
(海外の未利用エネルギー、水素発電(前掲))
(ゼロエミッションー事業所ビル、工場・・・)

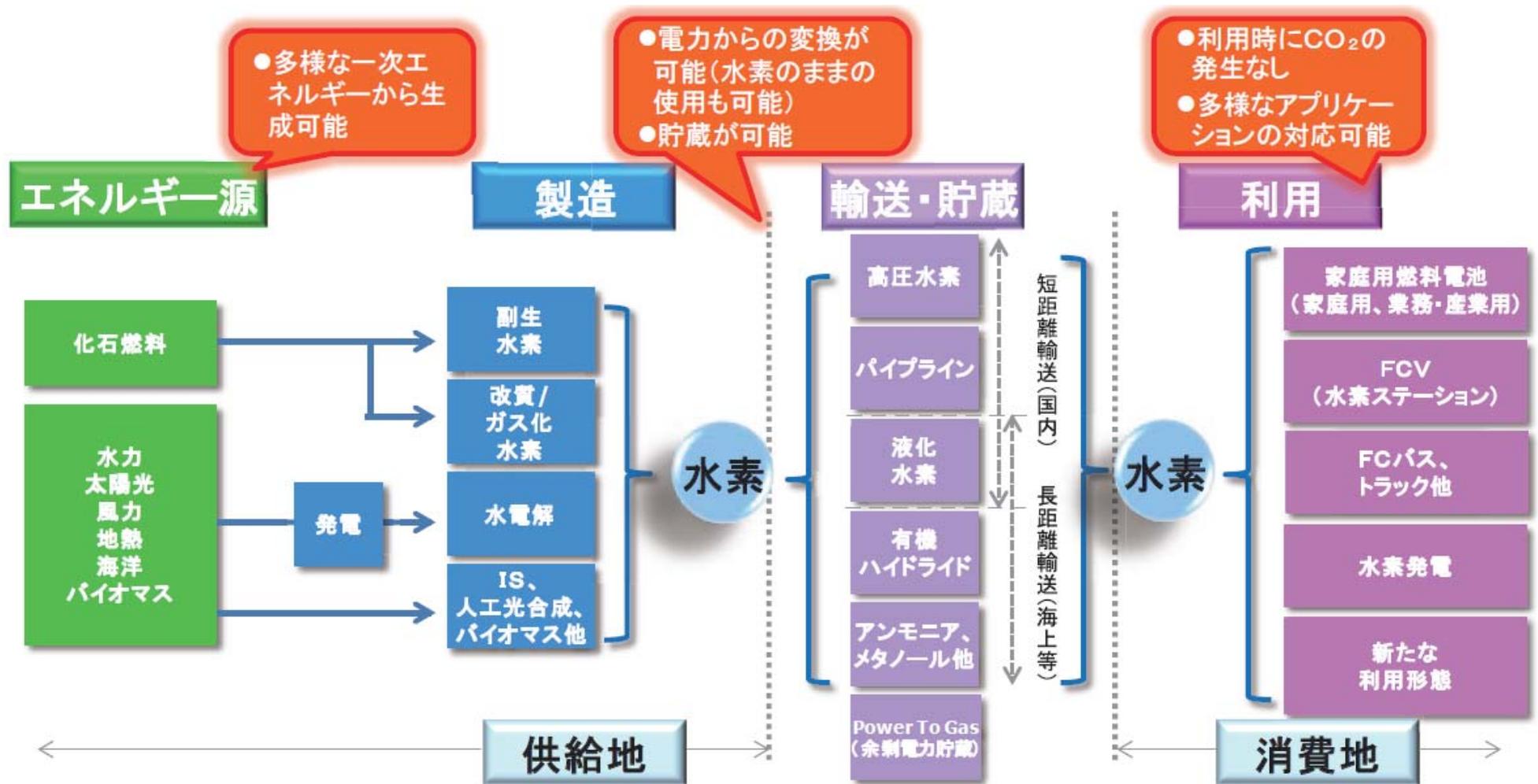
1. 水素社会とは？

- ・小規模水素利用が拡大し、産業基盤をも支えるエネルギーとして、**エネルギー消費全体の20%程度以上**が二次エネルギーとしての水素を利用する社会
- ・エネルギーセキュリティーと地球環境保全に対する十分な**量的寄与**

2. 水素社会実現のための論点

- ・個別技術の成熟(開発→実証→商用化→用途拡大、安全対策)
- ・社会からの認知、許容(社会システムの中での水素の役割の明確化、**多様な付加価値**)
- ・需要の飛躍的拡大
 - FCV+水素ステーション、エネファームのユーザーの飛躍的拡大
 - 水素発電**(水素タービン、ガスエンジン、水素ボイラ(混焼を含む))
- ・需要に応える大量水素のサプライチェーン構築
 - 国内の再生可能エネルギー起源CO₂フリー水素、P2G**
(変動平滑化、過大発電分エネルギー貯蔵、コスト高対策、**アンシラリーサービス**)
(事業者の自主参加を促す制度上の仕組み、**グリーン証書**・・・)
 - 海外の未利用エネルギー起源CO₂フリー水素**(水素キャリアの正しい選択、棲み分け)
- ・適切な導入中間シナリオ(一挙に大量導入不可能、小規模の普及・拡大)
- ・水素固有の特徴を活用した水素利用技術(水素・酸素燃焼タービン、**エクセルギー増進**)
- ・エネルギー源のベストミックス(水素源としての**石炭の活用**の拡大)
- ・水素社会実現の意義は、EVかFCVか といった次元の話ではない。
- ・全体システムを統括するリーダー(産官学の有機的連携、**ハード含むトータルシステム**)
- ・国際連携、枠組み

水素エネルギーシステム バリューチェーン



水素エネルギーシステムの概要と水素の特徴

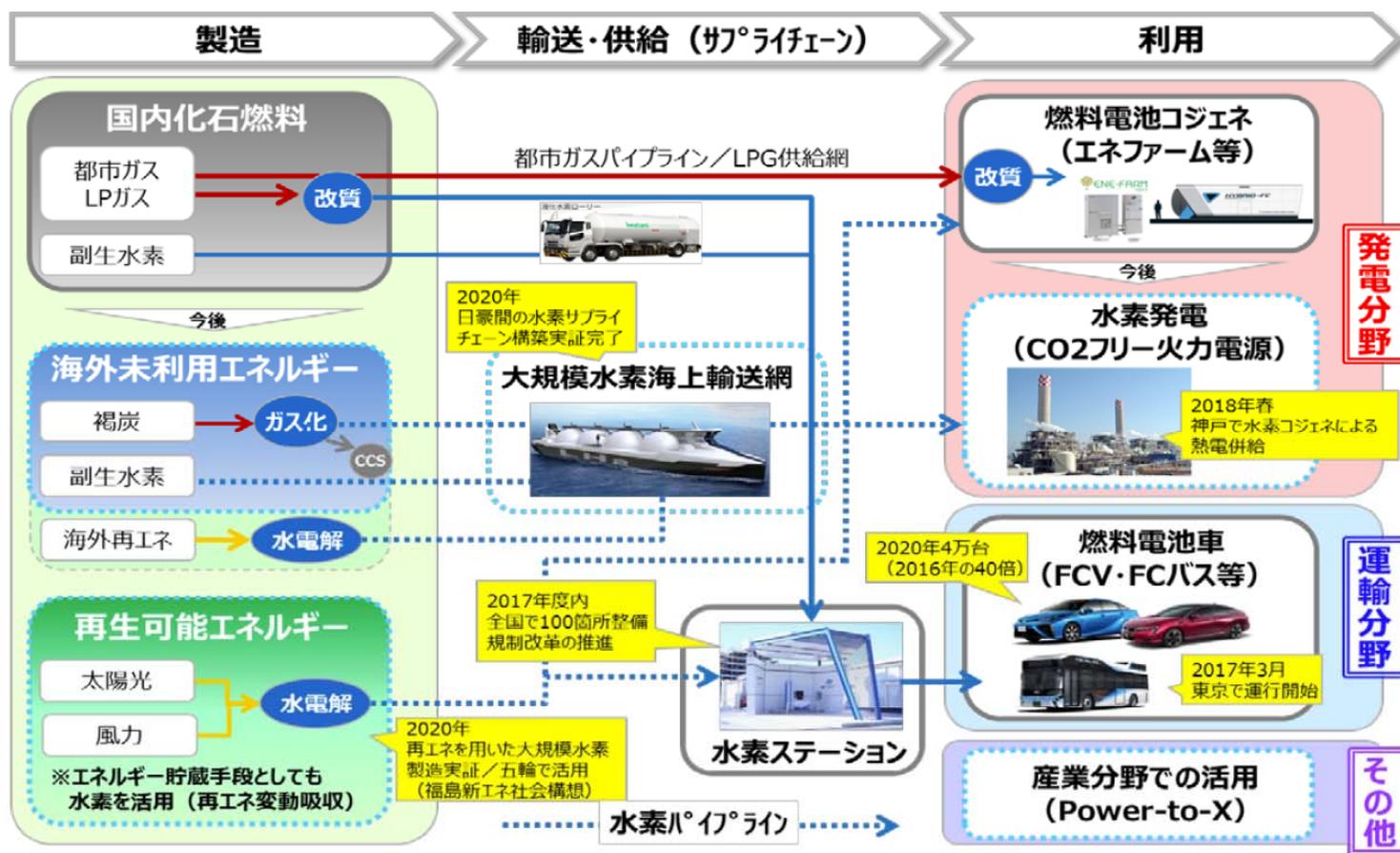
出所：NEDO 技術戦略研究センター作成 (2015)

NEDO水素技術戦略 (2015.10)

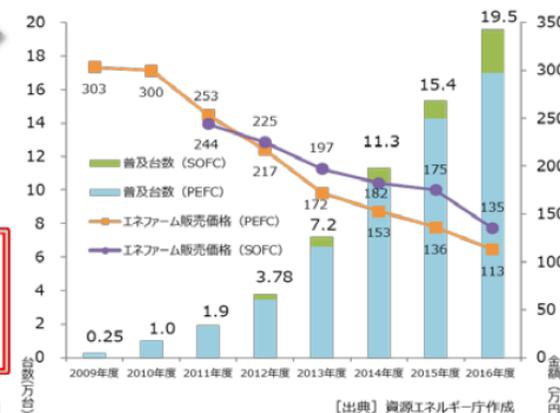
経済と環境の両立：水素社会の実現に向けた取組の方向性

- 水素は、エネルギー安全保障と地球温暖化対策の切り札。
- 水素社会の実現に向け、以下の3つのフェーズの取組を進める。(ロードマップ改定、2016.3)

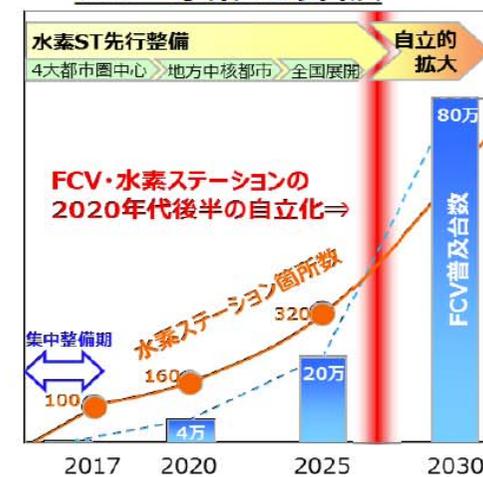
フェーズ1:FCV・水素ステーション、エネファーム等の利用拡大 (現在～)
 フェーズ2:水素発電の本格導入／大規模な水素供給システムの確立 (2030年頃)
 フェーズ3:トータルでのCO2フリー水素供給システムの確立 (2040年頃)



エネファームの普及



FCV・水素STの普及



FCV, BEVの棲み分けイメージ

- FCVは車両サイズと航続距離の面において、既存のガソリン車を代替できる。
- 小型・短距離用途のBEVとFCVは共存して普及拡大が可能と考えられる。



「EVシフト」の真実 FC EXPO 2018 テクノバ特別レポートより

(株)テクノバ エネルギー・水素グループ マネージャー 丸田昭輝

EVシフト → E-Mobility (BEV, HEV, PHEV, FCEV)
→ ZEV (Zero Emission Vehicle) シフト

フランス (エコロジー・持続可能開発・エネルギー省 ユロ大臣)
「ガソリン車・ディーゼル車の販売を2040年までに禁止する」2017.7
CO₂削減に寄与するのはモビリティ革命、BEVだけがその手段ではない
原子力・代替エネルギー庁 (CEA) に水素の役割の明確化を指示

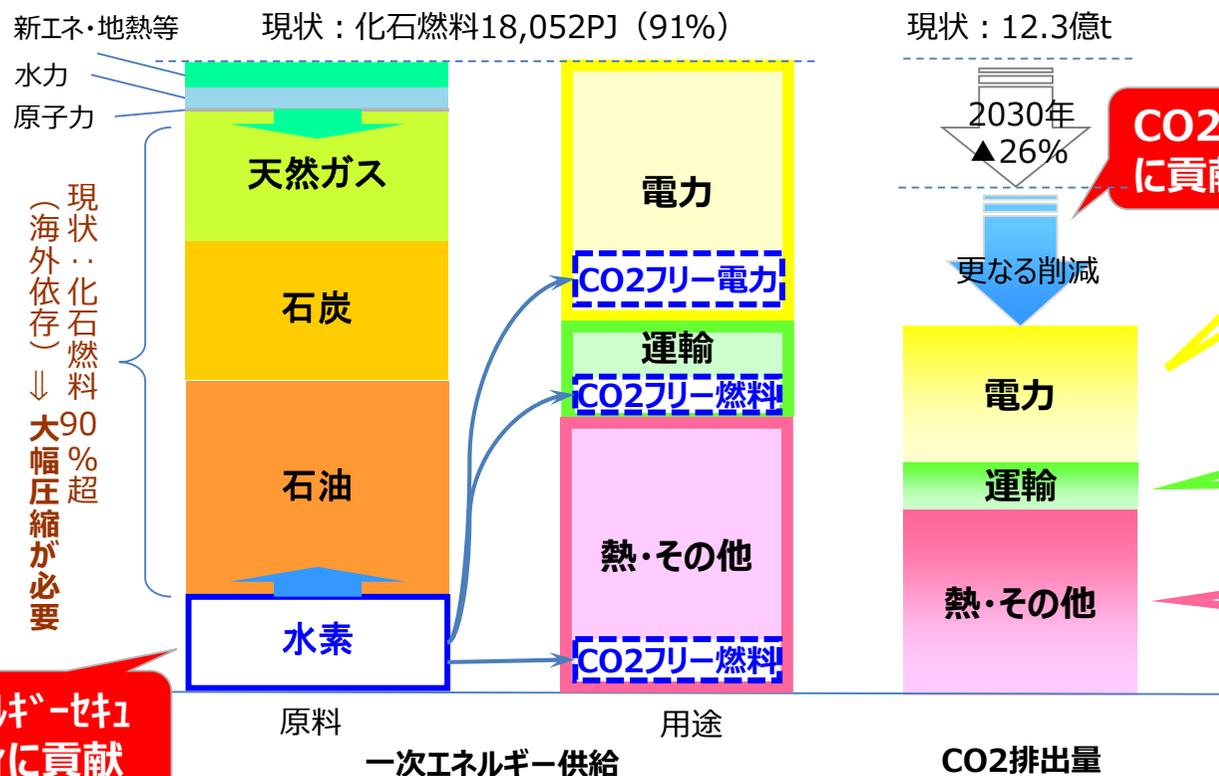
英国 (環境・食料・農村地域省 ゴーブ大臣)
「ガソリン車・ディーゼル車の販売を2040年までに禁止する」2017.7
EV普及とともに水素自動車の普及を加速し、インフラ展開支援を行う。
→ 2300万ポンド (英国運輸省) 2017.3

中国 (中国汽车工程学会)
新エネルギー車 (New Energy Vehicle : NEV) 規制 2017.9
NEV : BEV, PHEV, FCEV → FCEV導入目標 : 100万台 (2030年)
上海燃料電池自動車開発計画、武漢市-水素都市宣言

水素エネルギー利用の意義・エネルギー政策上の位置づけ

- 水素エネルギー利用は、90%以上の一次エネルギーを海外化石燃料に依存する日本のエネルギー供給構造を多様化させ、大幅な低炭素化を実現するポテンシャルを有する手段。
- ✓ 化石燃料を水素に代替することによるエネルギー源の多様化・エネルギーセキュリティの向上
- ✓ 水素発電やFCV、産業分野での水素利用（熱、プロセス）によるエネルギー利用の低炭素化

水素による一次エネルギー供給構造変革とCO2排出削減



水素利用の方向性

- 水素発電による火力電源の低炭素化
- 再エネ大量導入に必要なとなる変動吸収・電力貯蔵
- 運輸部門のCO2排出量の大半(85%)を占める乗用車・貨物車の低炭素化
- 産業分野等での熱利用・プロセスの低炭素化（鉄鋼、石油精製等）

エネルギーセキュリティに貢献

現状・化石燃料
(海外依存) ↓ 90%超
大幅圧縮が必要

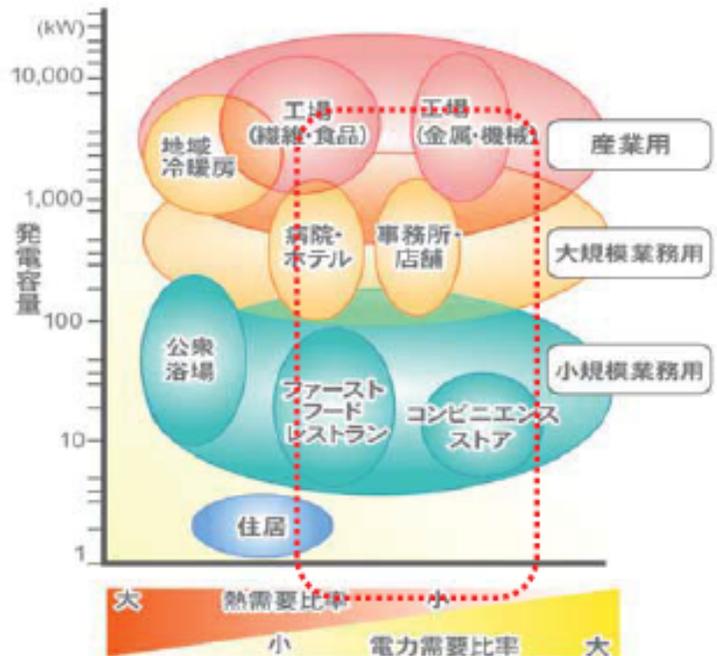


業務・産業用燃料電池の市場投入後の取組の必要性

市場のターゲットとなる需要家

【ターゲット範囲】

- ・都市ガスを使用
- ・ベースロード電源として機能
- ・電熱比が高い需要家
- ・停電リスクに備えBCP対応等が必要な需要家、等



市場立ち上がり期における戦略的導入促進

- ✓ 2017年の業務・産業用燃料電池の市場投入後、効果的に市場を拡大していくため、機器メーカーとガス事業者等が一体となった推進体制を構築する。

- ✓ 国は、市場の立ち上がり期において、その後の普及拡大につながる効果的な施策について検討する。

2017年市場投入



【出典】日本ガス協会HP掲載資料を一部加工

資源エネルギー庁 新エネルギーシステム課 山澄克、東工大水素シンポ 2016.10.5

2050年を視野に入れ、将来目指すべき姿や目標として官民が共有すべき大きな方向性・ビジョンを示すもの

1. 我が国のエネルギー需給を巡る構造的課題

(1) エネルギーセキュリティ／自給率

- 一次エネルギー供給の約94%を海外化石燃料に依存。自動車は燃料の98%が石油系、うち約87%を中東に依存。
- エネルギー自給率は6~7%で低迷。OECD34か国中2番目に低い水準。

(2) CO2排出制約

- 30年度、13年度比26%減（05年度比25.4%減）が目標。
- パリ協定を踏まえ、長期的には2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す。

2. 水素の意義と重要性

(1) 供給・調達先の多様化による調達・供給リスクの根本的低減

- 水素は、**再エネ含め多様なエネルギー源からの製造・貯蔵・運搬が可能**。特定のエネルギー源に依存しない多様な構造に変革。

(2) 電力、運輸、熱・産業プロセスのあらゆる分野の低炭素化

- 水素は利用時にCO2を排出しない。製造段階でのCCSや再エネの活用で、**トータルでCO2フリー**のエネルギー源に。
- 燃料または燃料電池との組合せであらゆる分野での究極的な低炭素化が可能。

(3) 3E+Sの観点からの意義

- **水素社会の実現は手段**。水素社会を実現することで3E+Sの達成を目指す。

(4) 世界へ先駆けたイノベーションへの挑戦を通じた国際社会への貢献

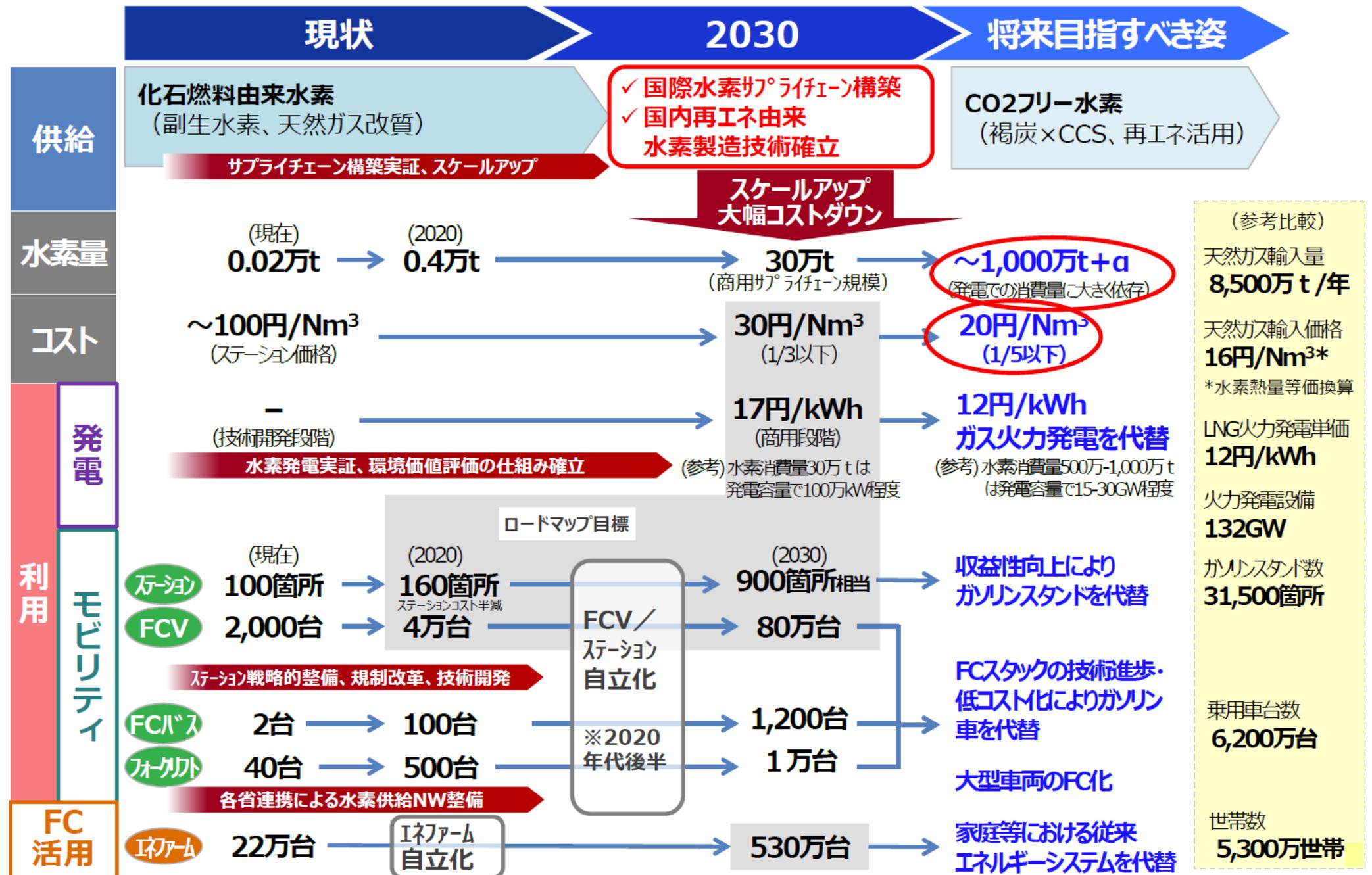
- **日本の水素技術を海外展開**し、世界の低炭素化を日本がリード。

(5) 産業振興・競争力強化

- 日本の水素・燃料電池技術は世界最高水準。国内外での積極展開により、**新たな成長産業の一つ**に。

(6) 諸外国における水素の取組を先導

- グローバルな動向を常に把握し、**日本が世界の水素社会実現のトップリーダー**に。



グローバル企業の動き Hydrogen Council



Supported by Hydrogen Europe & FCHEA.

- エネルギー・運輸・製造業の世界的なリーディングカンパニー13社で構成する **Hydrogen Council**（水素協議会）が発足
- 水素を利用した新エネルギー移行に向けた共同のビジョンと長期的な目標を提唱する**グローバル・イニシアチブ**（活動体）
- 水素がエネルギー移行にもたらす役割の認識のもと、政府や主要なステークホルダーとともに、**効果的な実行計画を作り出すことを目指す**

西村元彦(KHI) 東工大 グローバル水素エネルギーコンソーシアム 第6回ワークショップ 2017 6/26 29



水素社会の推進に向け、Hydrogen Council（水素協議会）に

複数のグローバル企業が新たに参画 2018 3/13(ベルギー)

ベルギー・ブリュッセルーHydrogen Council（水素協議会）にアジア、北米、欧州の11企業が新たにメンバーとして加わります。石油・ガス、エネルギー、科学・テクノロジー、そして自動車の分野の国際的なリーディングカンパニーが新たに参画し、エネルギー移行を支える水素関連技術の革新を後押しします。なお、Hydrogen Councilのメンバーは発足から1年で約2倍となりました。

今回新たに、3M、Bosch、China Energy、Great Wall Motor、JXTG エネルギー、Weichai がステアリング・メンバーとして参画し、Hexagon Composites、丸紅、McPhy、NELHydrogen、Royal Vopak がサポーティング・メンバーとして参画します。世界初の各社CEOレベルのイニシアチブであるHydrogen Councilは、メンバーが発足時の約2倍となり、バリューチェーンを通して全ての主要マーケットを網羅しています。進行中の個社の投資やプロジェクトに加え、今年はグローバルでメンバーが協力し、変化を促し、そのスピードを加速してまいります。



水電解装置の概要

- いずれのプロジェクトでも世界最大級の容量を持つ装置が投入され、水電解装置の技術検証（耐久性、応答性）が主目的の一つとされている。

項目	H2FUTUREプロジェクト	GrInHyプロジェクト
水電解装置の種類	PEM形水電解装置 (Siemens社 SILYZER 300)	高温水蒸気水電解（可逆型） (Sunfire社製)
装置外観	 <p>出典：Siemens</p>	 <p>出典：Sunfire</p>
容量	6 MW (現状では世界最大級)	150kW (現状では世界最大級)
水素製造能力	1200Nm ³ /h	40Nm ³ /h
グリッドサービス	FCR市場での予備力提供を想定	提供も可能 (可逆型のためFCモードでの電力製造も可能)
プロジェクトの運転計画	6000時間程度運転を予定 (2019年から26ヶ月の運転を予定)	7000時間の運転を計画 (2018年7月までに完了予定)
プロジェクト検証内容	<ul style="list-style-type: none"> ・6 MW級水電解装置の製鉄プロセスへの統合 ・水電解装置耐久性の検証 ・市場への予備力提供の検証 	<ul style="list-style-type: none"> ・電解効率80%(LHV)の実現 ・FCモードでの効率50% (LHV) の実現 ・10000時間以上の寿命の実現

出典：Verbund、GrInHyヒアリングに基づく

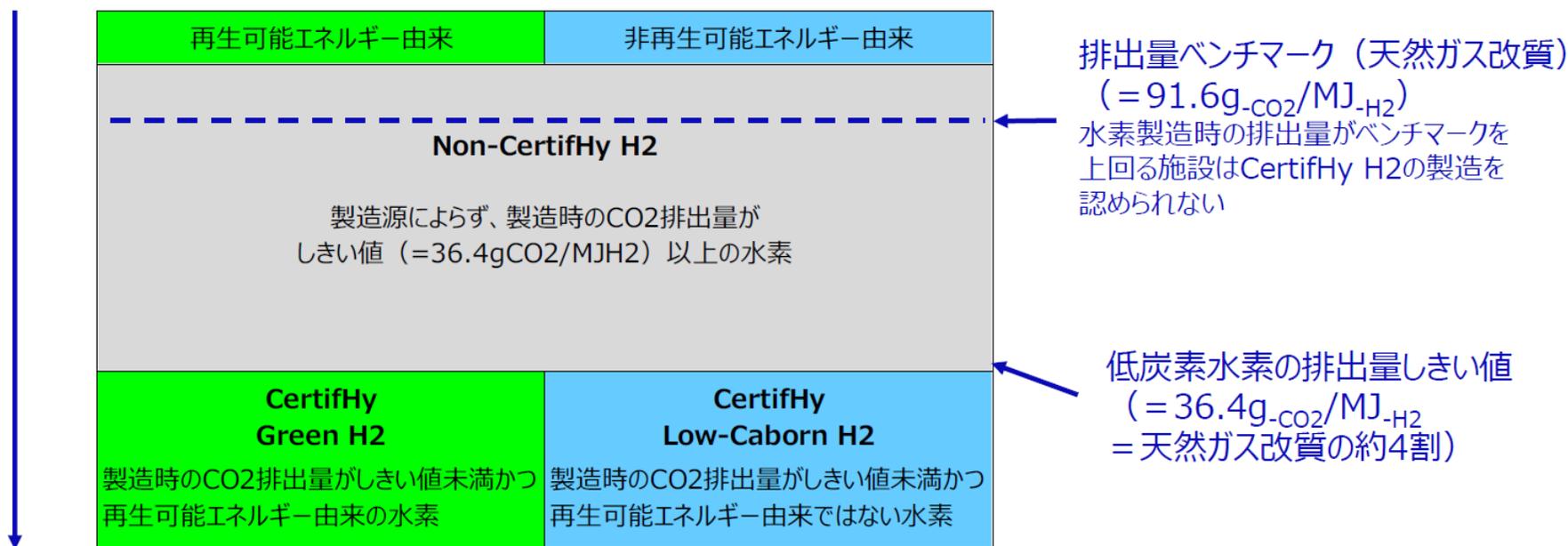
CertifHyにおけるグリーン水素及び低炭素水素の定義

- CertifHyプロジェクトでは、天然ガス改質による水素製造時のCO2排出量（91.6g-CO₂/MJ）をベンチマークとして、60%以上低いもの（<36.4g-CO₂/MJ）を“Premium Hydrogen（プレミアム水素）”として認証。
- それらは製造源に応じて“Green H2（グリーン水素）”、“Low Carbon H2（低炭素水素）”に分類。

【“CertifHy”におけるCO2フリー水素の定義】

CO2排出量

水素製造源

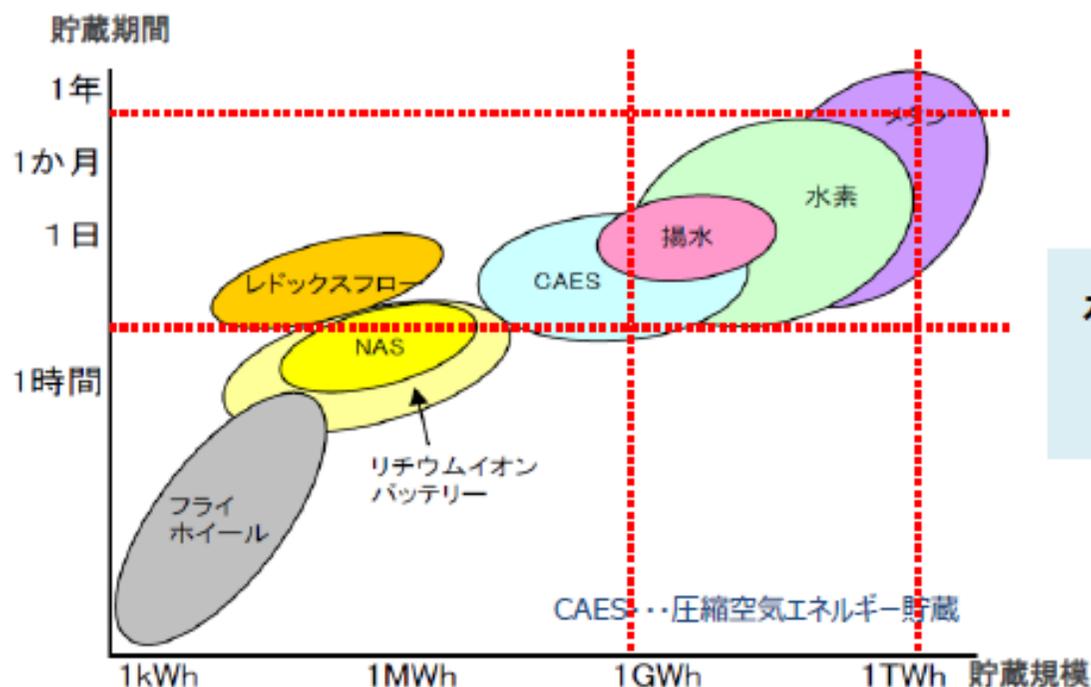


【出所】CertifHy「CertifHy- Developing a European Framework for the generation of guarantees of origin for green hydrogen」をもとに作成

P2G技術の特徴

- 水電解＋水素タンクの複合システムは、競合する蓄電池技術との比較優位の観点では、時間経過によるロスが少なく、水素タンクなどの拡張性が高いなどの理由から、現在、大規模かつ長期間の蓄エネ領域における適用可能性が高いと見られている。
- 今後我が国において再生可能エネルギーの導入が拡大していく中で、系統連系等の問題への対応策の有望なアイテムの一つになりうると期待される。

各種電力貯蔵技術の位置づけ



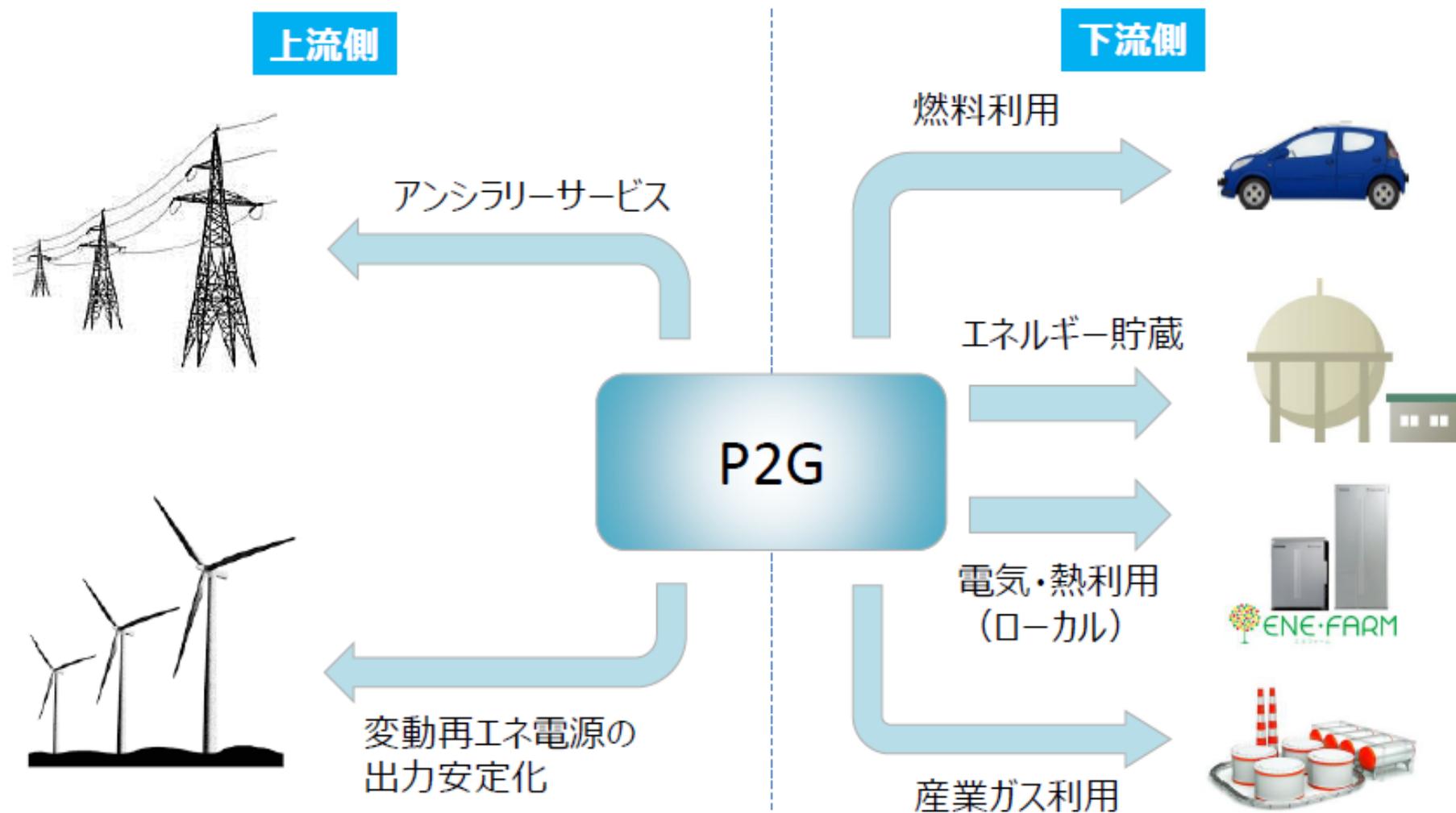
水素（P2G）によるエネルギー貯蔵の特徴

- ・大規模かつ長期のエネルギー貯蔵で有利
- ・地形や地質など、環境条件による影響小

【出典】 " Energieträger der Zukunft – Potenziale der Wasserstofftechnologie in Baden-Württemberg (ZSW,2012)"を基に資源エネルギー庁作成

Power-to-gasの付加価値創出の源泉

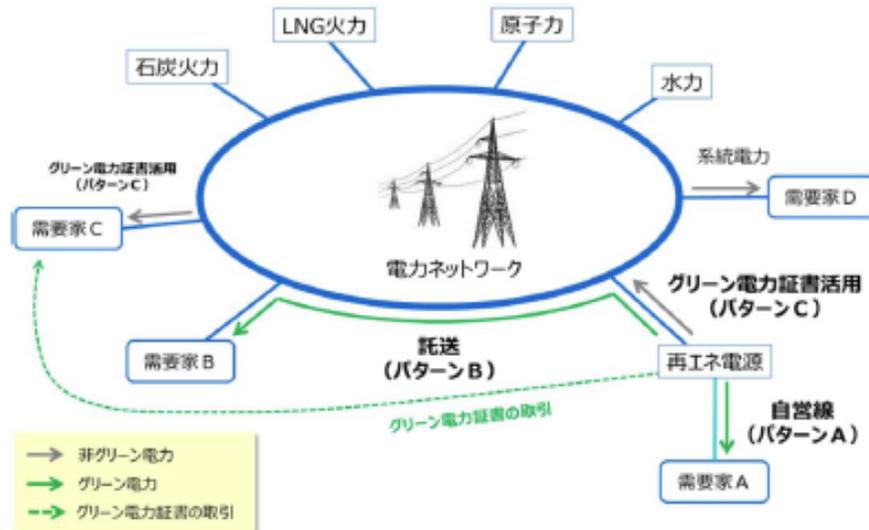
- P2Gの付加価値は、大別すると、P2Gの上流（アンシラリーサービスの提供）と下流（CO2フリーガスの供給）において創出される。



CO2フリー水素利活用拡大に向けた今後の取組

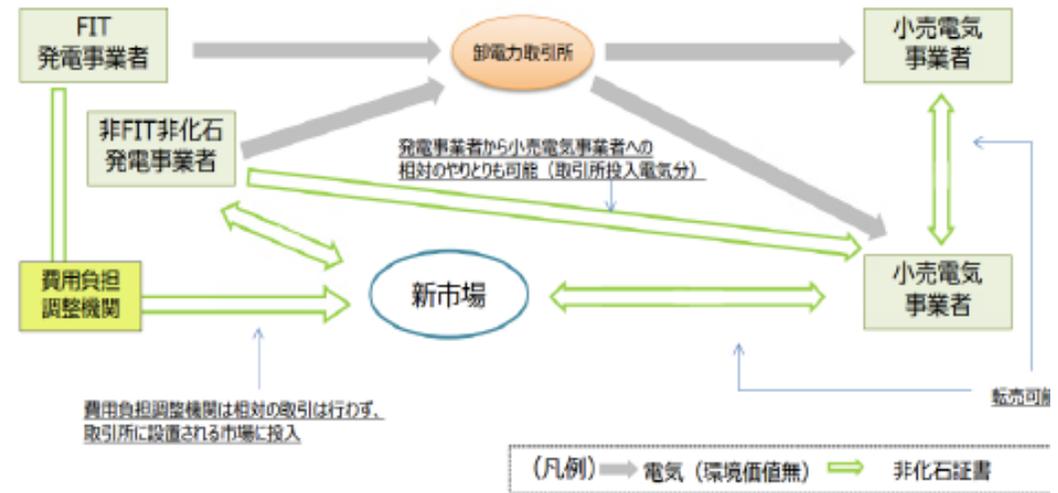
- CO2フリー水素の利活用拡大に向けては、再生可能エネルギーを活用した水素製造を推進するとともに、①託送供給制度、②グリーン電力証書、③J-クレジット制度等を活用することで量的な課題の解決を図り、CO2フリー水素を広く認知してもらうことが重要になる。
- さらに、CO2フリー水素の持つ環境価値を取引することのできる仕組みが整備されれば、より一層のCO2フリー水素利活用拡大につながると考えられる。
- 「エネルギー革新戦略」では、省エネ法やエネルギー供給構造高度化法を通じて電力分野でのCO2削減目標実現の後押しをすることとしており、こうした制度における水素エネルギーの取扱いについて検討が進むことが期待される。

グリーン電力の概念図



【出典】資源エネルギー庁作成（第3回CO2フリー水素ワーキンググループ資料）

非化石価値取引イメージ



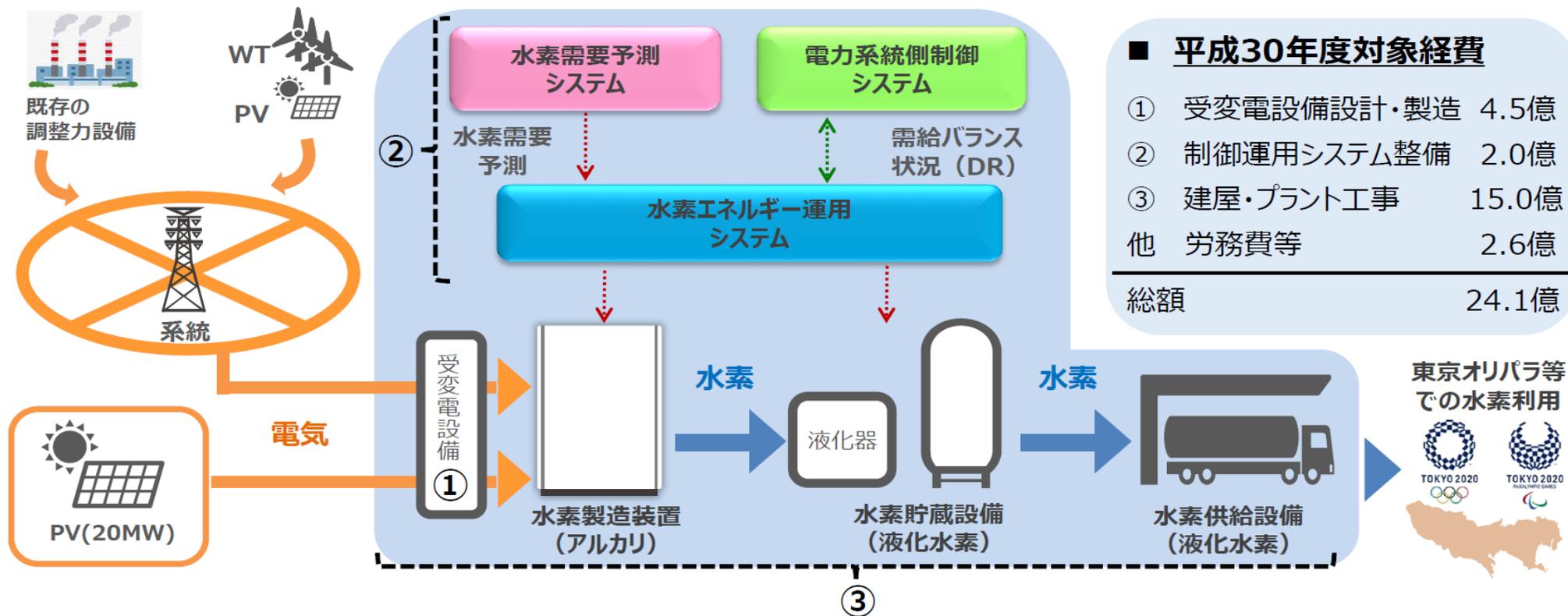
【出典】電力システム改革貫徹のための政策小委員会
第3回市場整備ワーキンググループ資料



再エネ由来水素製造（Power to Gas）に係る取組

- 水素は利用段階ではCO2を排出しないクリーンなエネルギー。製造時に再エネを活用すること等により、製造から利用まで、トータルでCO2フリーとすることが可能。また、余剰再エネが生じた場合に、水素に変換し、貯蔵・利用することで、再エネの有効活用が可能。
- 福島新エネ社会構想に基づき、福島県浪江町において2017年8月から大規模水素製造実証事業を実施。世界最大級となる1万kWの水電解装置により再生可能エネルギーから大規模に水素を製造し、福島県内のみならず、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会の際にも活用することを目指す。

実証の概要



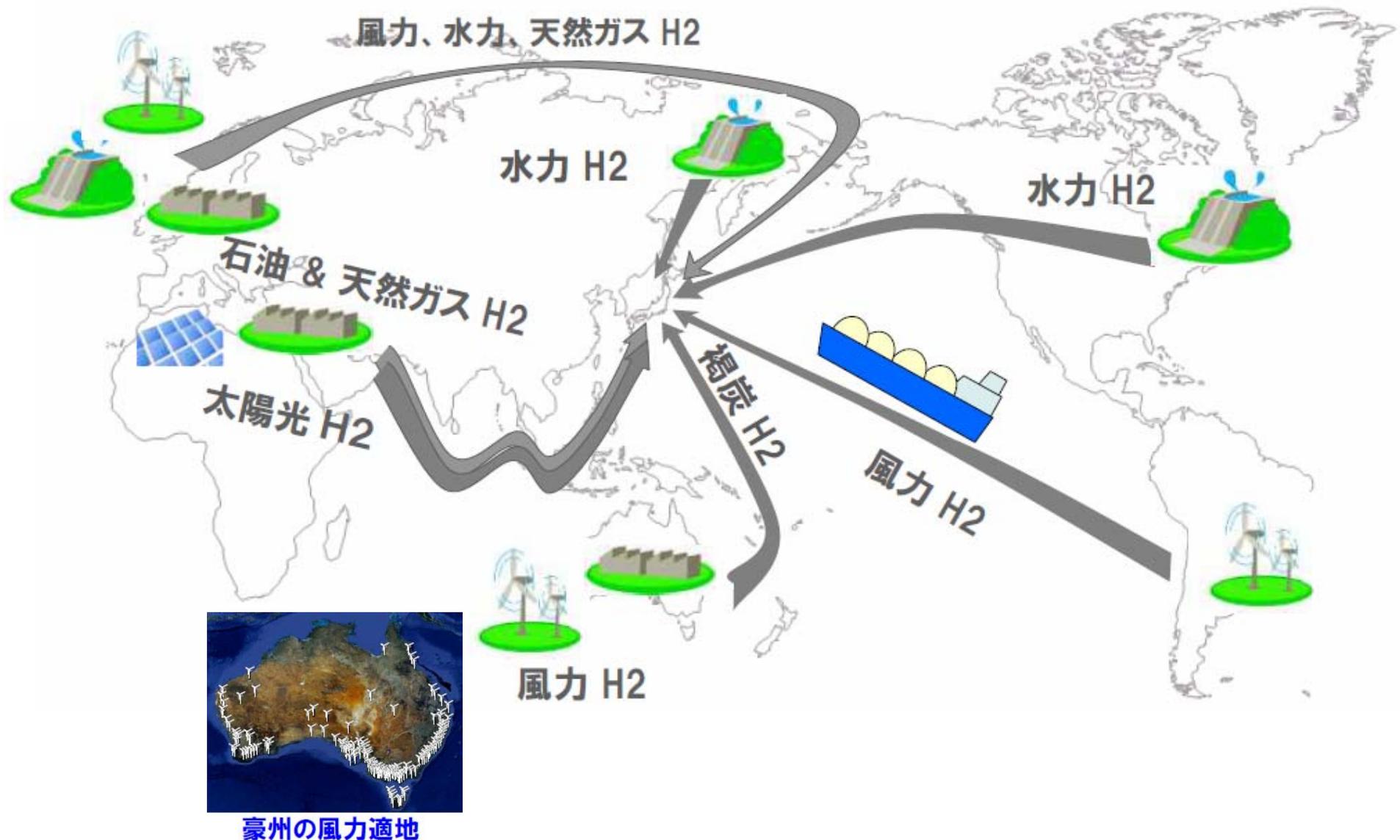
■ 平成30年度対象経費

① 受変電設備設計・製造	4.5億
② 制御運用システム整備	2.0億
③ 建屋・プラント工事	15.0億
他 労務費等	2.6億
総額	24.1億

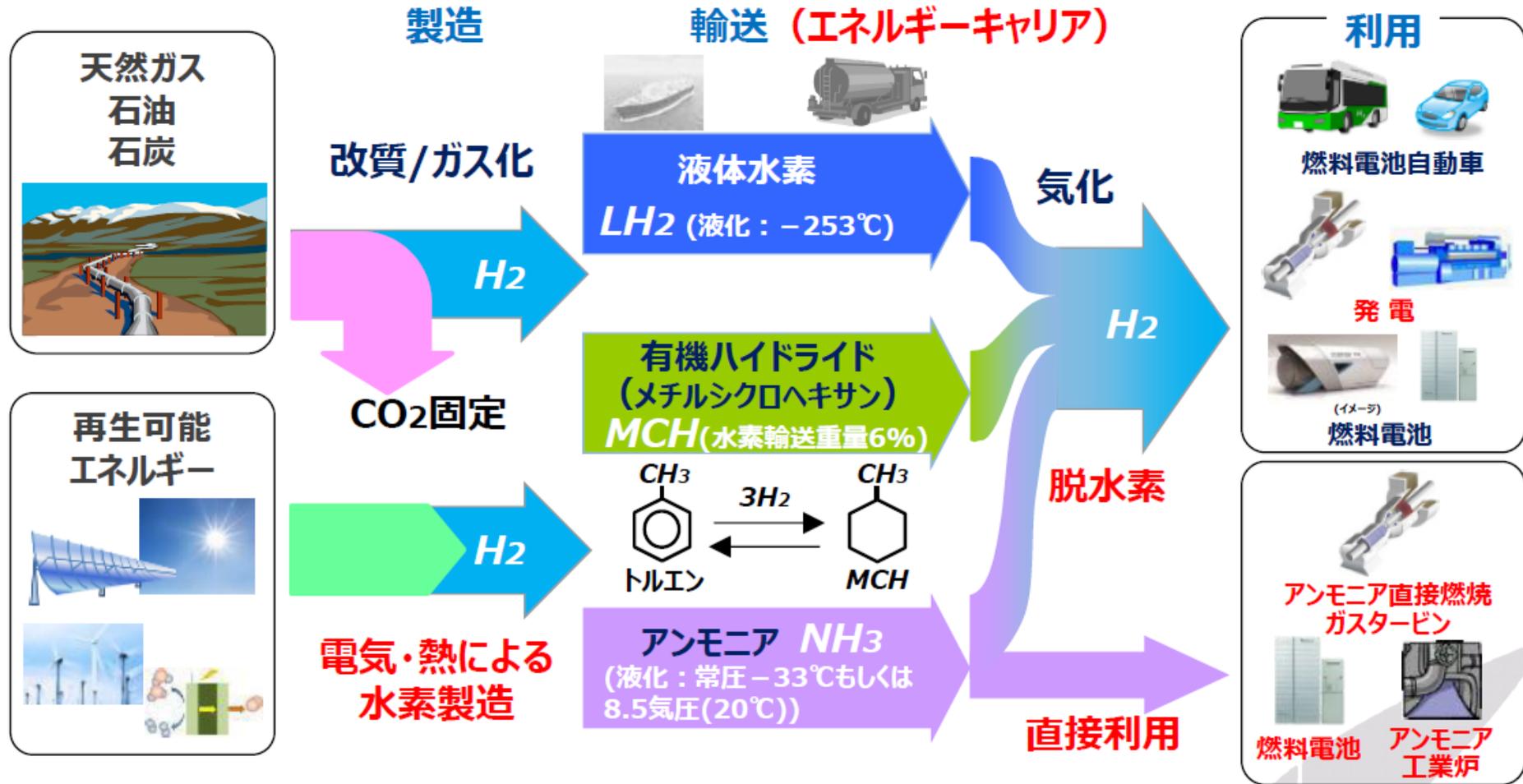
資源エネルギー庁 新エネルギーシステム課 山影雅良、東工大水素シンポ 2017.10.16

海外のCO₂フリー水素

検討されている海外CO₂フリー水素チェーンプロジェクト



計画の概要～「エネルギーキャリア」課題の取組み～ 〈CO₂フリー水素バリューチェーンの構築〉



- 水素は様々なエネルギー源から製造可能で、燃料にも電気にもなる。
(大幅なCO₂排出削減が可能)
- 水素は低熱量の気体であり、運搬・貯蔵が困難。水素を大量輸送する技術
(エネルギーキャリア) や水素をエネルギー源として利用する関連技術の開発が重要。

海外のCO₂フリー水素

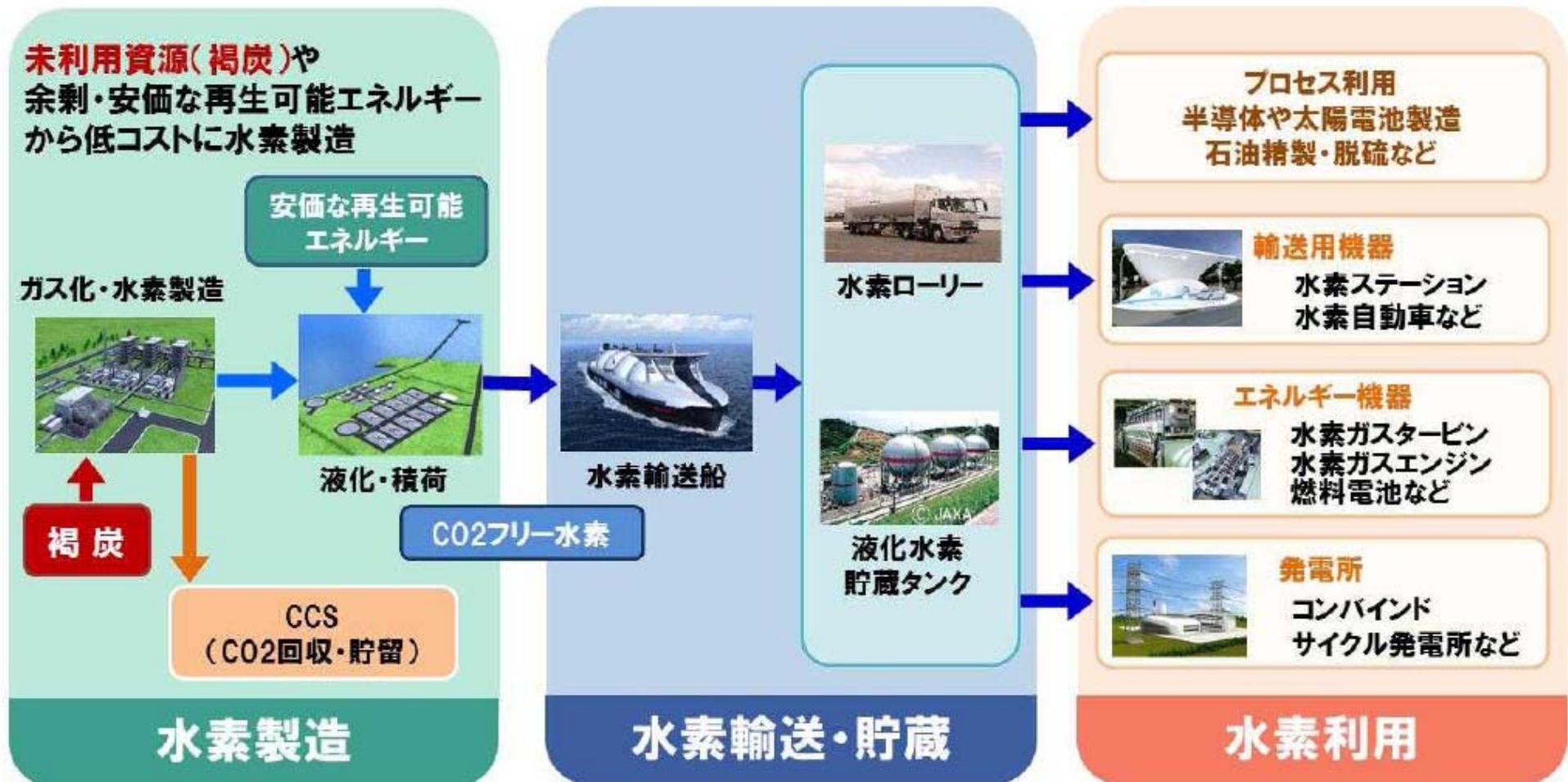
(液体水素輸送の例)



— CO₂の排出を抑制しながらエネルギーを安定供給 —

資源国 (豪州)

利用国 (日本)



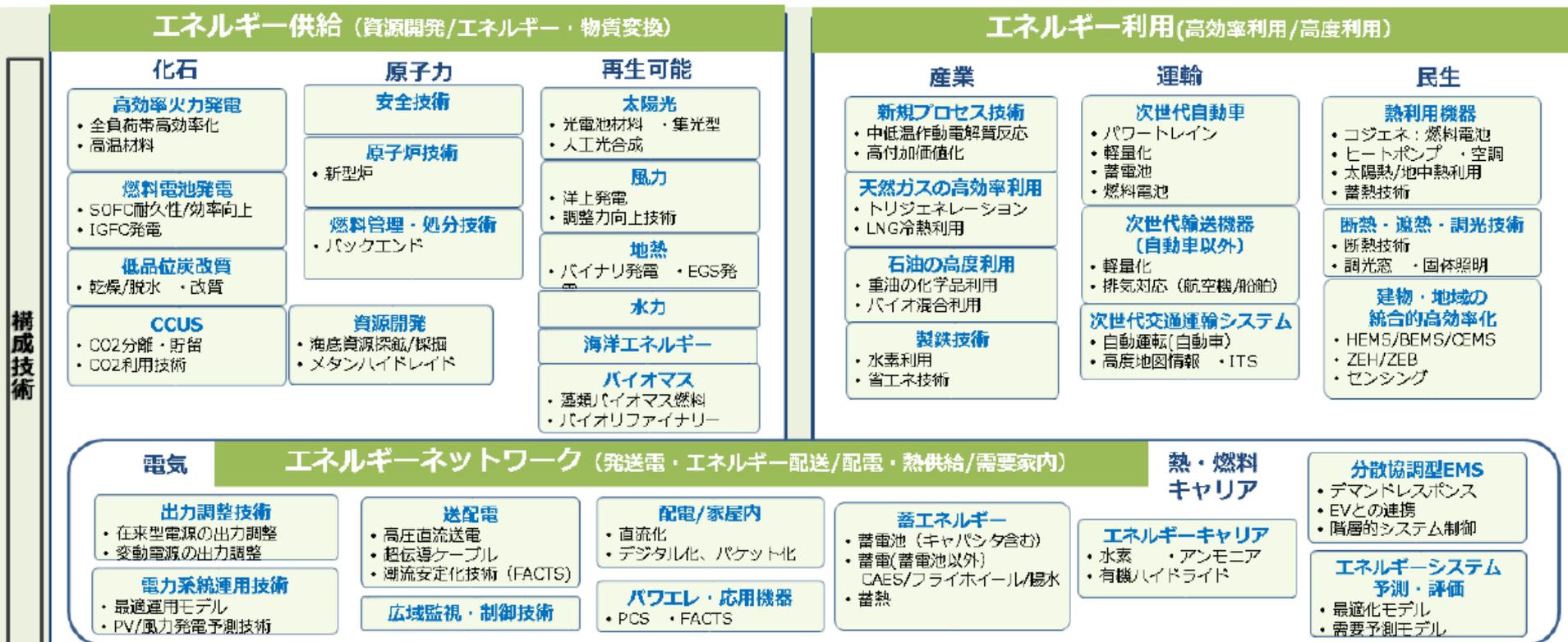
エネルギー分野：研究開発領域の動向

- 研究開発の俯瞰報告書(2017, JST)
- 研究開発俯瞰図
(エネルギー供給、エネルギー利用、エネルギーネットワーク)
 - ・主な研究開発領域の動向(略)
(注目動向、科学技術的課題(ボトルネック))
 - ・今後取り組むべき課題(略)
(風力発電、地熱発電、蓄熱技術・・・)
- エネルギー産業を取り巻く環境の変化・技術革新へ
エネルギー白書より(資源エネルギー庁 2017.6)

エネルギー分野の研究開発の俯瞰図

定義

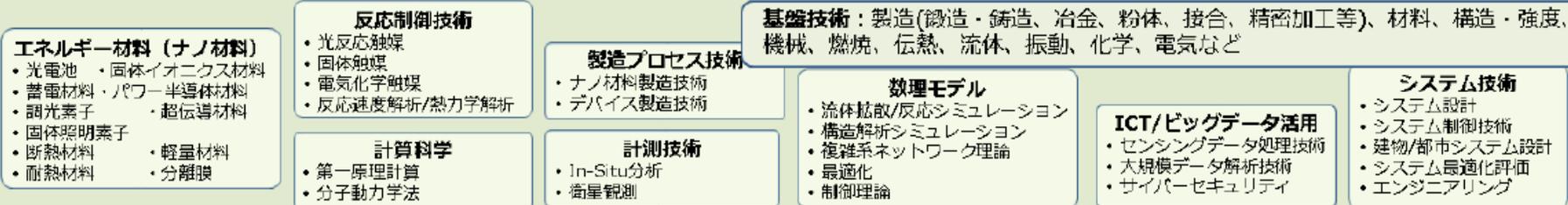
持続可能な社会を実現するために、「安定供給」、「経済効率性の向上」による低コストでのエネルギー供給および需給バランス調整を実現し、同時に「環境への適合」を図る、いわゆる「3E+S」を同時に克服するための研究開発



構成技術

社会技術 ・評価法 (コペネフィットなど)、制度設計、方法論 (トランジションマネジメントなど)、行動科学など

共通要素技術



基盤技術: 製造(鍛造・鋳造、冶金、粉体、接合、精密加工等)、材料、構造・強度、機械、燃焼、伝熱、流体、振動、化学、電気など

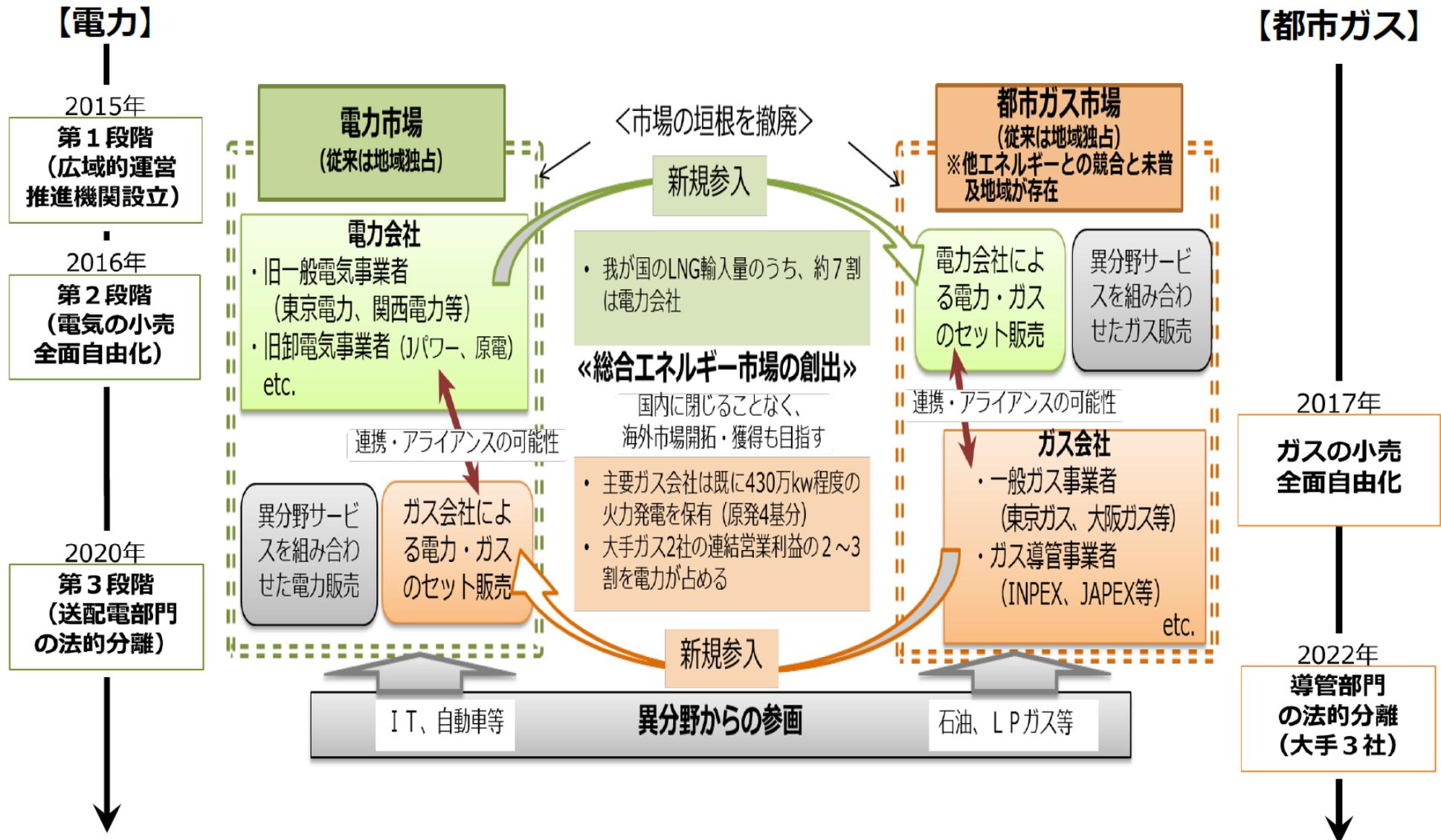
学術研究

- 【社会科学】社会学、政治学 (政策論、国際関係論)、エネルギー経済学、環境経済学 等
- 【応用科学】熱機関工学、機械工学、化学工学、プラント工学、材料工学、原子力工学、資源工学、電気電子工学、土木工学、建築工学、環境学 等
- 【基礎科学】熱力学、燃焼学、伝熱学、流体力学、電磁気学、電気化学、触媒化学、原子核物理学、地球物理学、生態学 等
- 【基礎】物理学、統計学、化学、生物学、情報学、計算科学 等

研究開発の俯瞰報告書-エネルギー分野(2017)JST-研究開発戦略センター

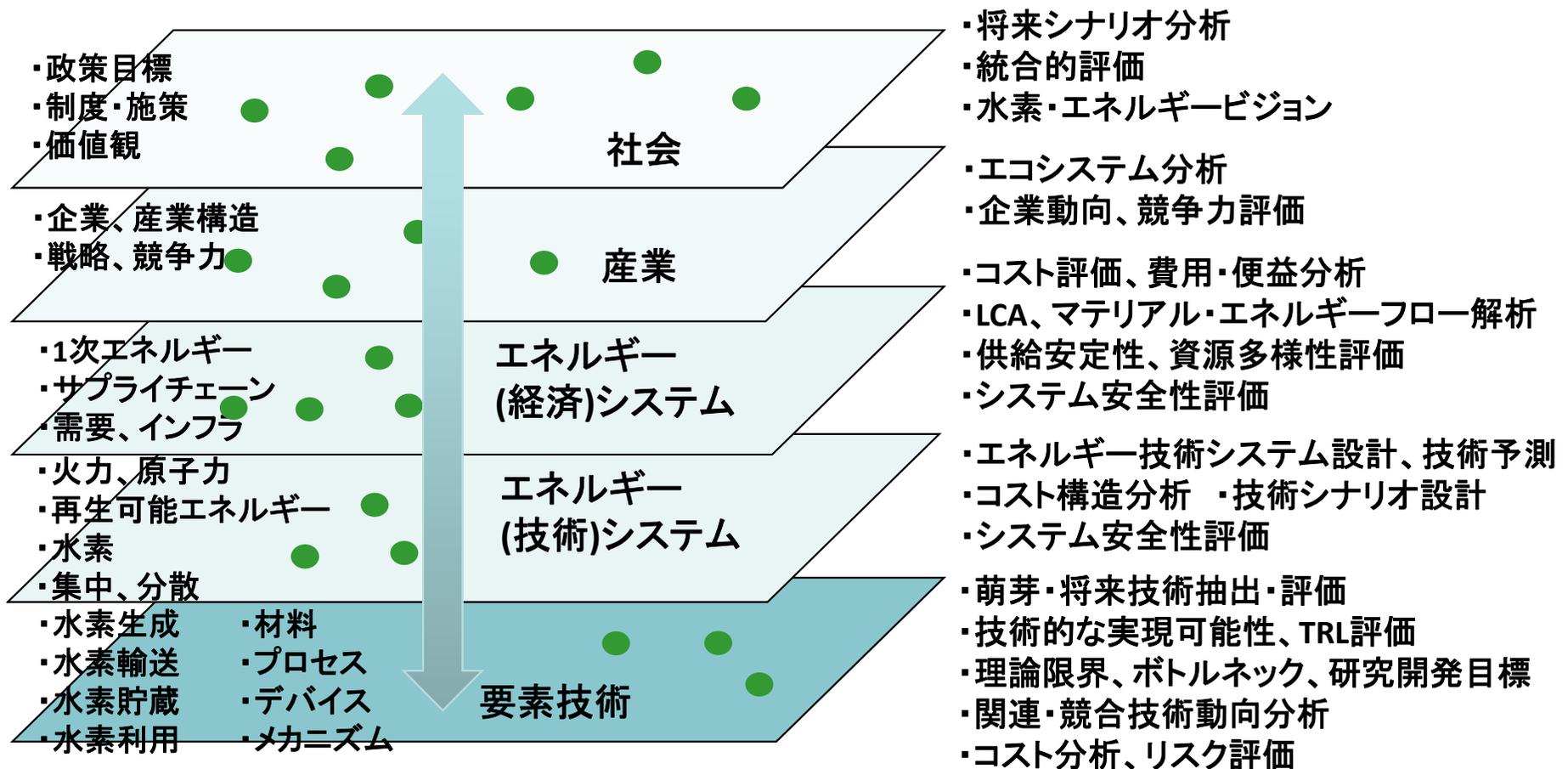
我が国のエネルギー産業をとりまく環境の変化

- 電力・ガスの小売全面自由化により、「市場の垣根」が撤廃され、エネルギー企業の相互参入や異業種からの新規参入による競争の進展が予想される。



技術開発シナリオの作成 (NEDOプロ:産総研・エネ総工研・東工大、2017)

- マクロ分析と多様な評価軸分析による水素エネルギーの位置づけの明確化
- ケーススタディーによる具体的導入形態の例示と、開発中の技術の位置づけの明確化
- ケーススタディーと技術の将来予測による強化すべき領域の例示



まとめ

1. エネルギー・環境戦略についての議論では、**量的寄与**、**時間スケール**・**空間スケール**を踏まえた**グローバルな総合的視点**が不可欠であり、**技術革新により、「多様性」を基軸とした新たなベストミックスへの展開が重要**である。
2. 脱原発の中で、**ベース電力としての火力発電の役割**が上昇している。**クリーン・高効率**に加え、**CO₂を出さない利用技術**への展開が重要である。
3. **二次エネルギーとしての水素の役割**が増大している。水素製造、輸送、貯蔵、利用の**技術革新**が、**水素大量導入**に向け急速に進んでいる。
(燃料電池自動車、定置型燃料電池コジェネ、水素発電 …)
4. **大量水素導入**に向けて、**グローバルなスケールでの水素サプライチェーンの構築**が進められている。**国内の再生可能エネルギー起源のCO₂フリー水素**で地域とも連携して、**水素利活用の拡大**が進んでいる。
5. エネルギー分野の研究開発では、**要素技術開発**、**システム技術開発**に加え、**産業・社会システムとの連携**が必須である。**ボトルネック**を明らかにして**システム全体を構築**していくことが重要である。