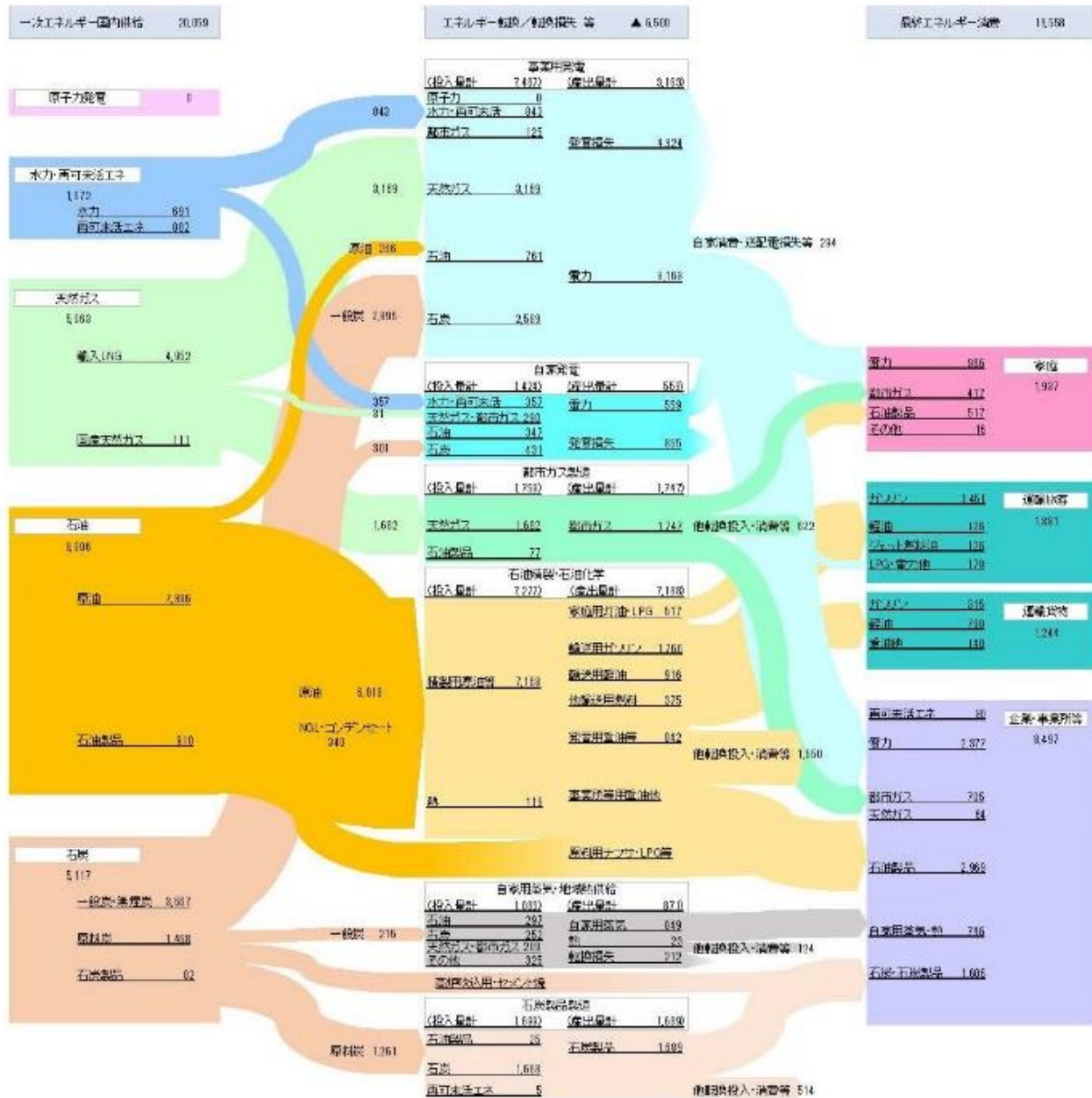


原発ゼロと脱炭素の 社会を目指して

2018. 6. 2

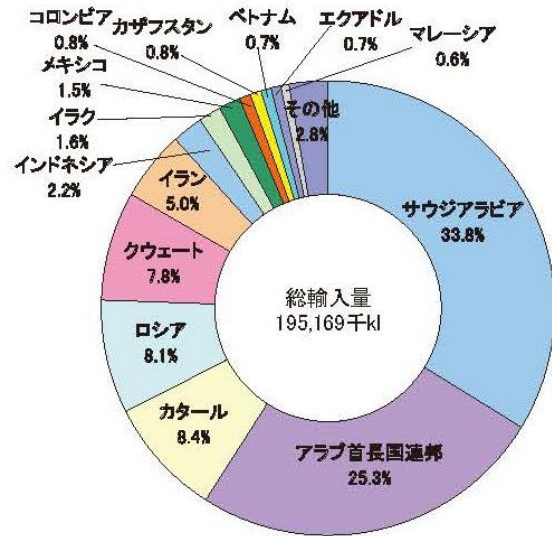
中西正之



我が国のエネルギーバランス・フロー概要(2014年度)の資料を見ると、日本のエネルギーバランス・フローの概要が良く分かります。2014年度の資料なので、原発は1炉も動いていません。福島第一原発であるような悲惨な過酷事故が発生し、新規規制基準が策定されてもまともな安全対策を行わずに、再稼働を強行しているような状態では、原発が1炉も動いていなかった2014年度の「日本のエネルギーバランス・フロー」がこれからの日本のエネルギー基本計画を検討するための基本数値になると思われます。

引用 エネルギー庁の平成27年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2016)第2部エネルギー動向/第1章 国内エネルギー動向 / 第1節 エネルギー需給の概要

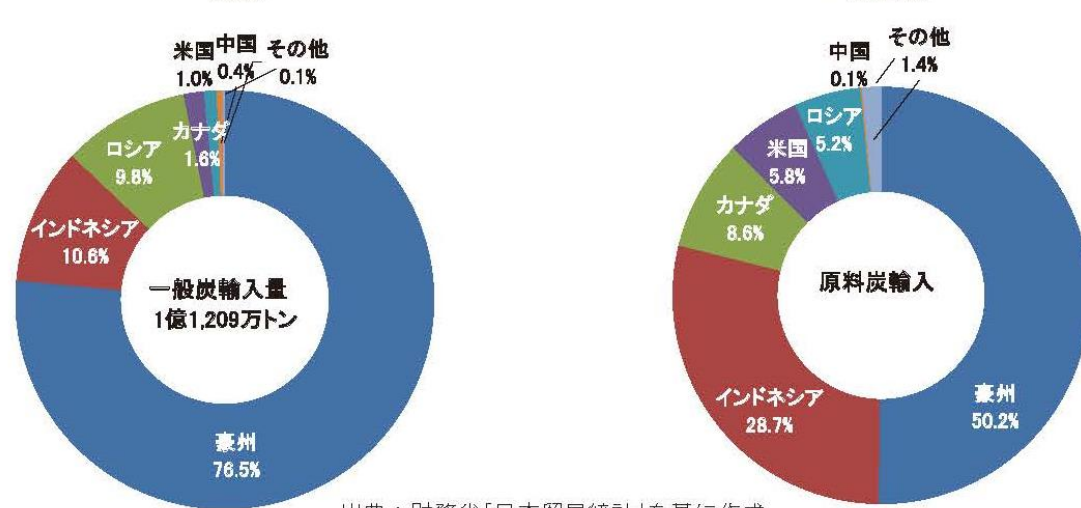
【第213-1-3】原油の輸入先(2015年度)



出典：経済産業省「資源・エネルギー統計年報」を基に作成

日本の化石燃料の輸入先

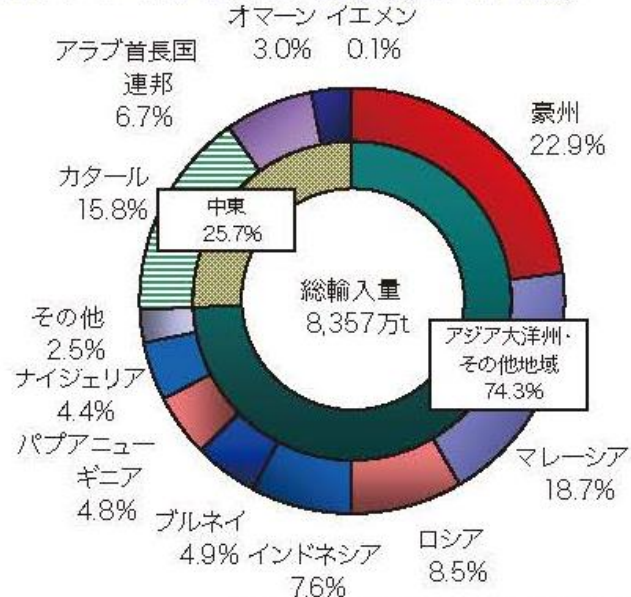
【第213-1-21】石炭の輸入先(2015年度)



出典：財務省「日本貿易統計」を基に作成

輸入原料炭が7,307万トン

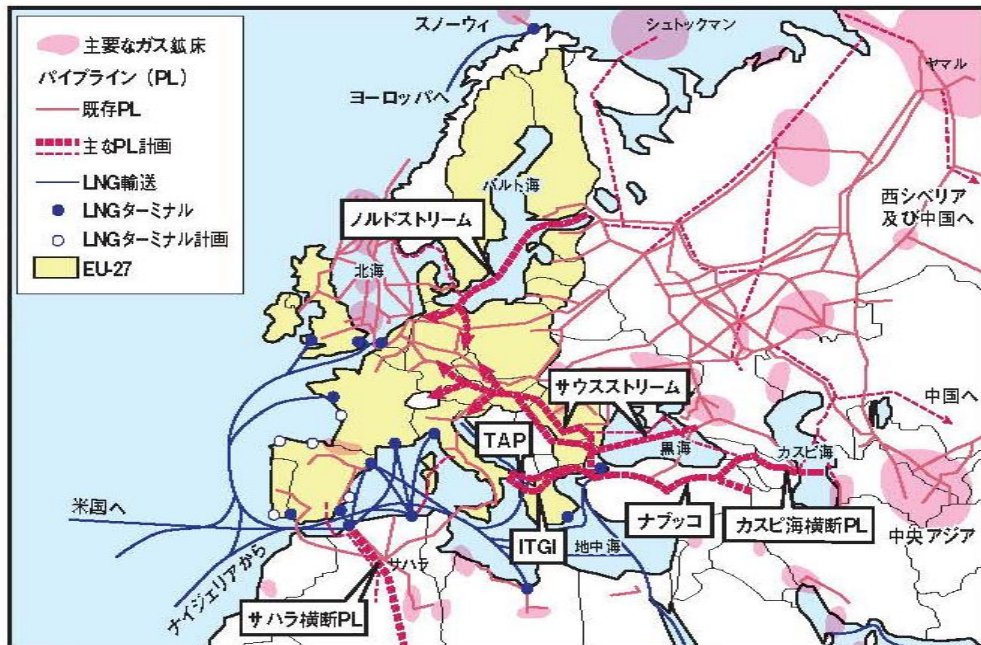
【第213-1-10】LNGの輸入先(2015年度)



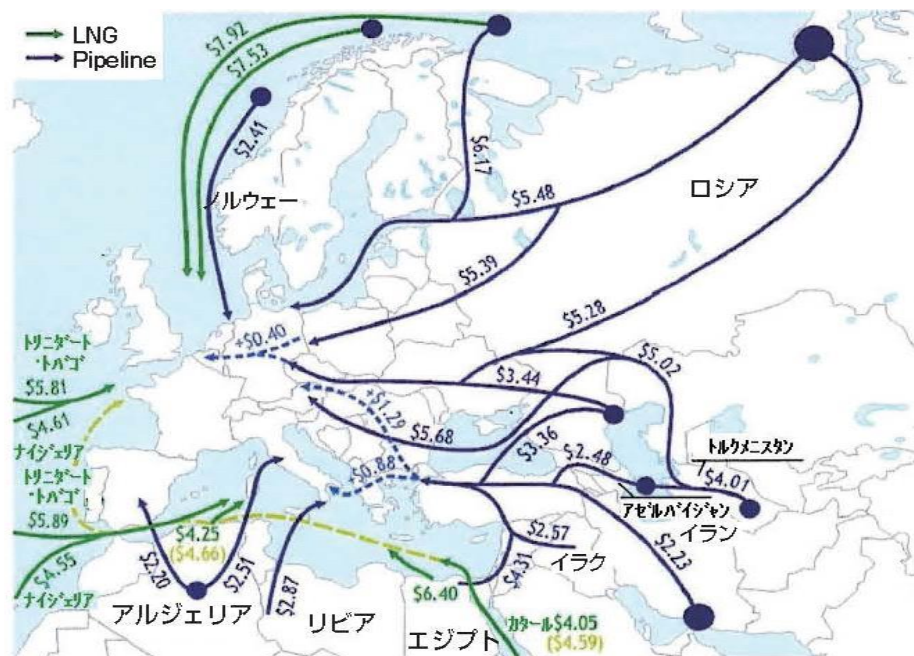
出典：財務省「日本貿易統計」を基に作成

日本の原油の輸入先は依然として中東が圧倒的に多いが、天然ガスと石炭を合わせた化石燃料の輸入量は、原油よりも多くなってきており、日本の化石燃料の中東依存度は少しずつ低減されてきている。しかし、ヨーロッパでも、中国でも自国のエネルギーを国外の化石燃料に依存する事は、自国の安全保障に係わるので、再生可能エネルギーを急速に増大する動きが始まったと思われる。そして、**日本では原発は、準国産エネルギーとされて、大きな存在理由とされた。**

ヨーロッパの天然ガス輸送パイプライン



出所：S. Nies, Oil and Gas Delivery to Europe - An Overview of Existing and Planned Infrastructures, New Edition, Ifri, 2011, p. 54.



出所：H. Mäkinen, The future of natural gas as the European Union's energy source - risks and possibilities, PEI, 9/2010, p. 33.

出典 蓮見雄「EUのエネルギー政策とロシア要因について」
https://oilgas-info.jogmec.go.jp/pdf/4/4493/201109_001a.pdf

図21 ヨーロッパ向け天然ガスの供給源と輸送ルート

図22 2020年にヨーロッパに運ばれる潜在的ガスの実勢価格に関するIEA予測 (ドル/100万Btu)

ヨーロッパの天然ガスの使用量の三分の一は域内で生産量されている。しかし使用量の三分の一はロシア国営企業ガスプロムの天然ガスに依存しているが、2006年と2009年にウクライナ・ロシアのガス紛争が発生し、ウクライナを通過する天然ガス用パイプラインで送られていたロシアの天然ガスの輸送が停止され、ヨーロッパは輸入天然ガスの取得に大変困った。そのために、ガスプロム社は2011年にロシアとドイツを結ぶ海底パイプライン「ノルドストリーム」を稼働させ、このパイプラインだけでは輸送力が不足してきたので、新規のパイプライン「ノルドストリーム2」を現在、建設中だ。しかし、エネルギー安全保障が具体的な問題となり、風力発電量や太陽光発電量の急速な増大に拍車をかけることに成った。

中国の天然ガス埋蔵量



中国は1次エネルギーを石炭に頼ってきて、自給率も大きかったが、そのために酷い大気汚染の大きな原因となっており、又CO₂の排出量も多い。そして、石油資源には恵まれないが、天然ガスの埋蔵量は豊富である。

日本では東シナ海の天然ガスの採掘のみがよく報道されているが、奥地の方がはるかに埋蔵量が豊富である。また、自国内に広大な土地を所有しており、風力発電や太陽光発電にも適している。そのため、日本よりも早く脱炭素化の路線を採択したと思われる。

出典 IEEJ:2003年8月掲載 中国の天然ガス事情 国際協力プロジェクト部
プロジェクト17調査グループリーダー 山口 馨 石油ガス調査グループリーダー 張 継偉 <http://eneken.ieej.or.jp/data/pdf/717.pdf>

パリ協定

2020年以降の地球温暖化対策の国際的枠組みを定めた協定。2015年12月パリで開催された「気候変動に関する国際連合枠組み条約第21回締約国会議」（COP21）で採択された（→気候変動枠組条約）。2016年11月発効。地球温暖化対策に先進国，発展途上国を問わず，すべての国が参加し，世界の平均気温の上昇を産業革命前の 2°C 未満（努力目標 1.5°C ）に抑え，21世紀後半には温室効果ガスの排出を実質ゼロにすることを目標とする。締約国は削減目標を立てて5年ごとに見直し，国際連合に実施状況を報告することが義務づけられた。また，先進国は途上国への資金支援を引き続き行なうことも定められた。化石燃料の枯渇化の問題だけでなく、**脱炭素化**の方針が明快に策定された。

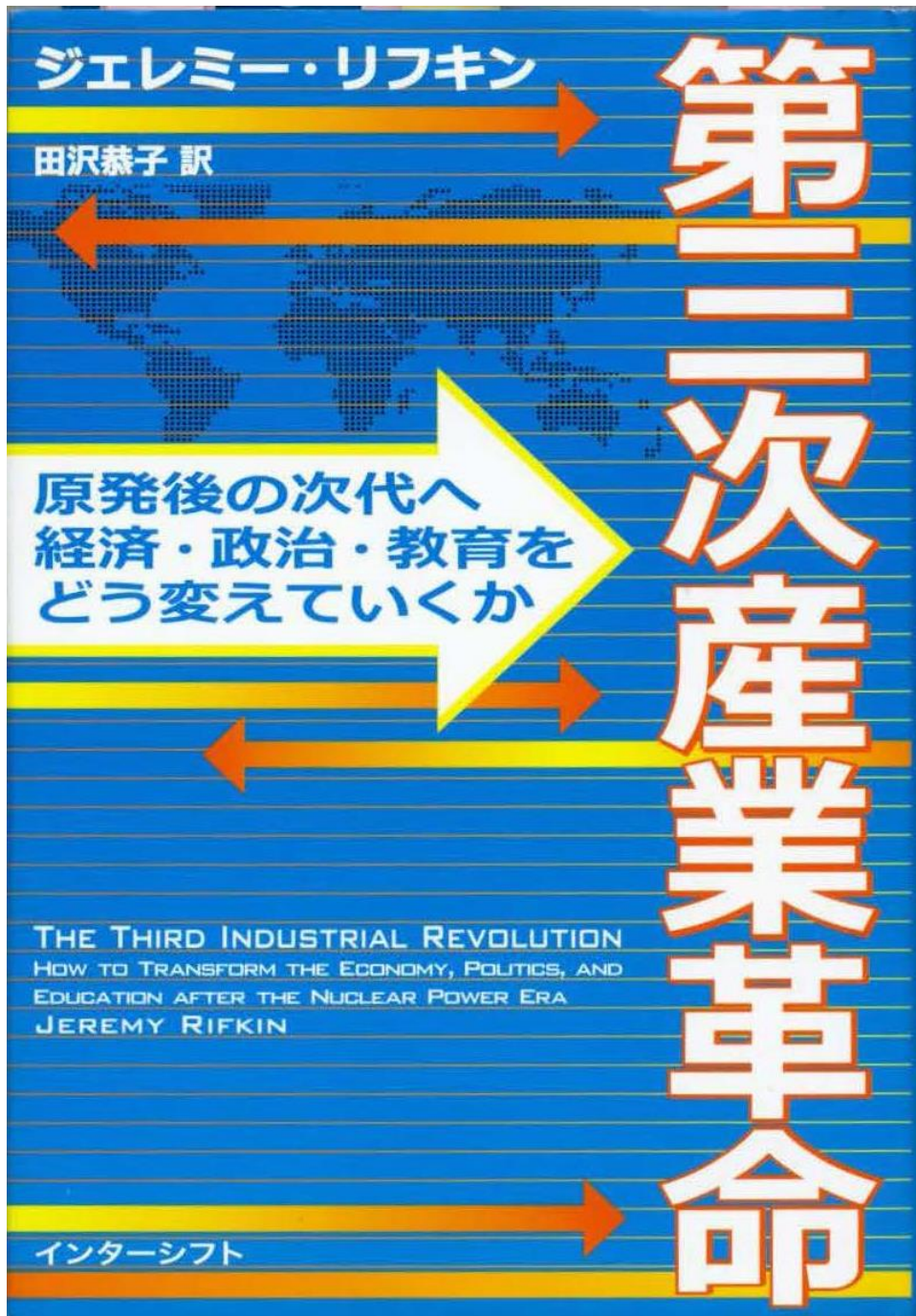
IPCC第5次評価報告書[注1]

「IPCC第5次評価報告書のポイントを読む」[注2]で執筆に参加された国立環境研究所研究者江守正多氏の報告がされています。『過去100年及び最近の気候変動について、AR5では、過去100年程度の間観測された気候変動について、CO2濃度の上昇、大気と海洋の温度上昇、海面水位の上昇、雪氷の減少などの明瞭な傾向に基づき「気候システムの温暖化には疑う余地がない」と結論している。これはAR4のときと基本的におなじである。また、過去の気候変動の要因推定については、「1951～2010年の世界平均地上気温の観測された上昇の半分以上は、GHG(温室効果ガス)濃度の人為的增加とその他の人為的起源強制力の組み合わせによって引き起こされた可能性が極めて高い」としており、AR4の同様の記述にある「可能性が非常に高い(90%以上の可能性)」から「可能性が極めて高い(95%以上の可能性)」に表現が強まっている。このような可能性の評価は、気候の内部変動の不確実性の下で気候モデルによる過去再現シミュレーションと観測データを統計的に比較した結果に基づいている。』

[注1] IPCCとは、国連気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change)の略。

[注2] 「IPCC第5次評価報告書のポイントを読む」

http://www.cger.nies.go.jp/publications/pamphlet/ar5_201501.pdf



ジェレミー・リフキンの「第三次産業革命」が2012年7月30日に発行されている。著者はアメリカ人で、文明批評家、経済動向財団代表である。

欧州委員会、メルケル独首相を始め、世界各国の首脳、政府高官のアドバイザーを務める。「第三次産業革命を理念とするマスタープラン」を策定・推進中。

この「第三次産業革命を理念とするマスタープラン」がパリ協定に大きな影響を与えたと思われる。脱炭素化の方針が明快に説明されている。

の創造

エネルギーの不安から
世界を解放するビジネスの力



エイモリー・B・ロビンズ
Amory B. Lovins
ロッキーマウンテン研究所
Rocky Mountain Institute
山藤 泰 訳

ダイヤモンド社

新しい火

エイモリー・B・ロビンズの「新しい火の創造」が2012年10月4日に発行されている。著者はアメリカ人で、物理学者で、ロッキーマウンテン研究所の共同創設者・会長で有る。「新しい火の創造」は、世界が脱炭素化するための、新しいシナリオの提起で有る。

中国は、中国国家発展改革委員会（NDRC）エネルギー研究所（ERI）がローレンス・バークレー国立研究所とロッキーマウンテン研究所（RMI）と共同で、「新しい火の創造」の検討を行い、中国におけるエネルギー消費と供給の変革に向けた2050年へのロードマップを作成し、2014年6月に習近平国家主席が「エネルギーの生産および消費の変革」を提唱している。

第1回エネルギー情勢懇談会 議事次第

1. 日時：平成29年（2017年）8月30日（水）14:00～15:30
2. 場所：経済産業省本館17階第1～3共用会議室
3. 議題：エネルギー情勢を巡る状況変化について

○ 30年エネルギーミックス、50年温室効果ガス80%削減は、日本の大きな方針

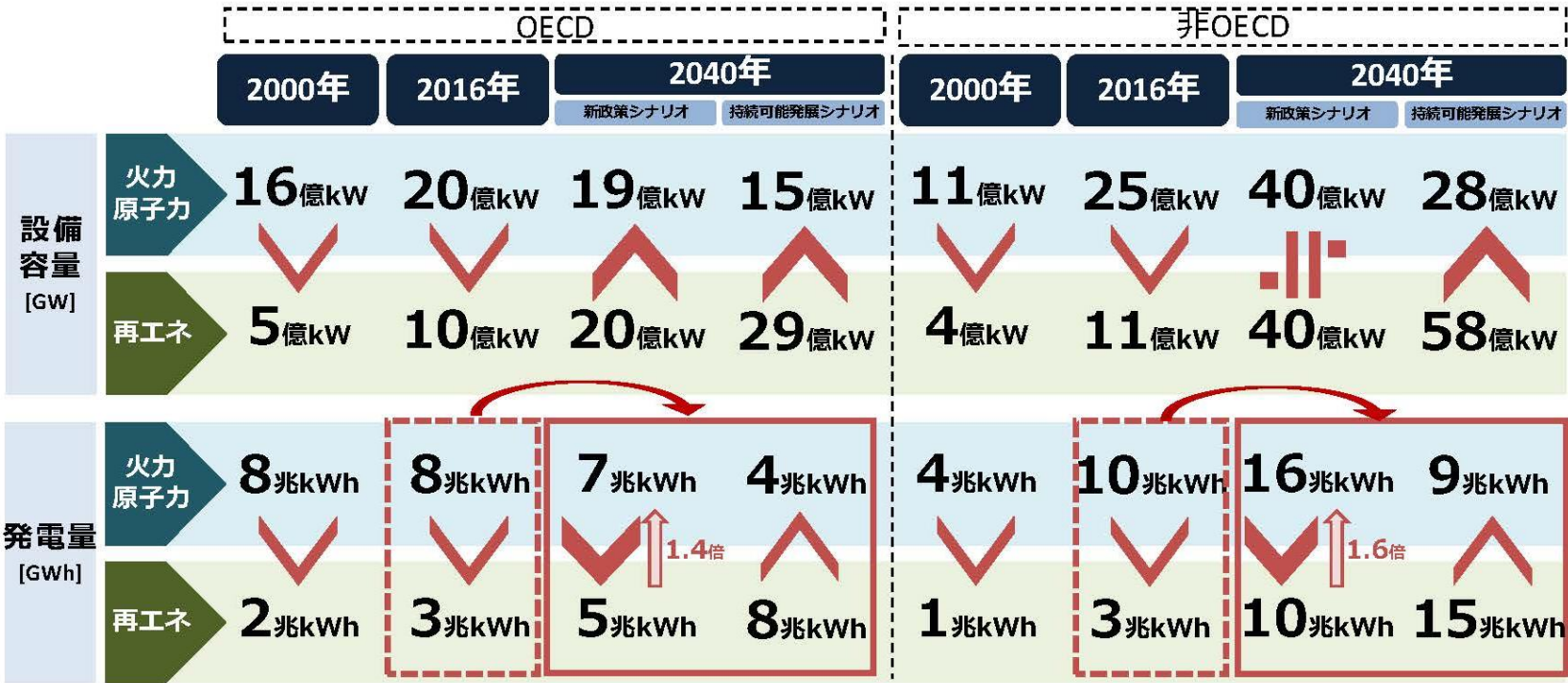
- ・世界の情勢、成長や地政学リスク、温暖化対策の動向、トレンドは？
- ・技術の変革、産業構造の変化、金融の動向は？
- ・主要国の環境戦略、エネルギー戦略は？

○ 技術革新・人材投資・海外貢献で世界をリードできる国、制度、産業としての総合戦略を構想

○ 2050年へ向けたエネルギーを取り巻く世界の情勢を見極める

再エネの現状

- ～ 再エネの台頭。投資額は、現在、火力・原子力を凌駕。
- ～ 設備規模でも、中位シナリオであっても40年に火力・原子力に並ぶ勢い。
- ～ 再エネの稼働率は低く、40年でも電力量ベースでは火力・原子力に及ばない可能



2000年には火力原子力7兆円、再エネ6兆円の投資が、2016年には火力原子力14兆円、再エネ30兆円の投資に成ってきたので、経済的な危機感から日本でも脱炭素化の議論を始めたと推定される。

出典 第1回エネルギー情勢懇談会 資料1「エネルギー情勢を巡る状況変化」

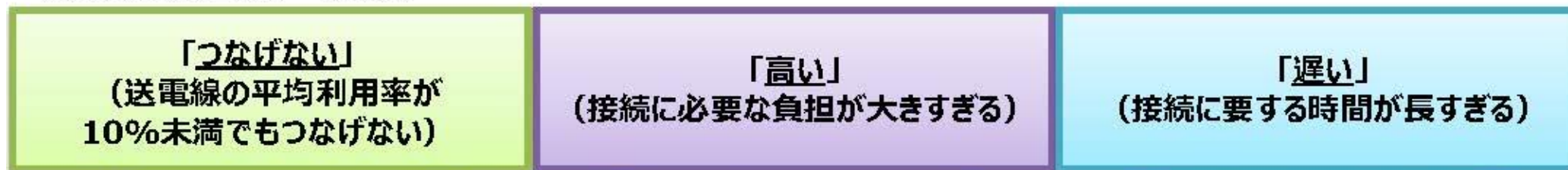
※投資額は1\$ = 100円で概算、世界全体
 ※2040年はWEOシナリオ (出所) IEA "World Energy Investment 2017", "World Energy Outlook 2017"等より資源エネルギー庁作成

(参考) エネルギー情勢懇談会のプロセス総括

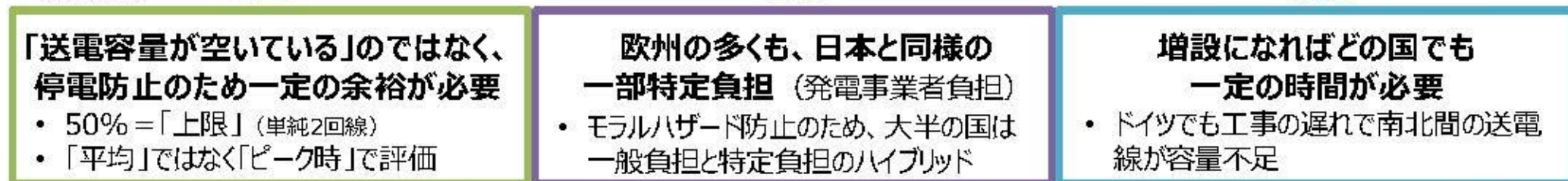
	分野	メインスピーカー名	国籍	所属/肩書
第2回	地政学・資源	ポール・スティーブンス	イギリス	王立国際問題研究所 /特別上席フェロー
		アダム・シミンスキー	アメリカ	戦略国際問題研究所 /エネルギー地政学議長
第3回 <small>※一部 第6回</small>	地球温暖化	ジム・スキー	イギリス	インペリアル・カレッジ・ロンドン /持続可能エネルギー担当教授
		マイケル・シェレンバーガー	アメリカ	エンバイロメンタル・プロGRESS (環境NGO) /代表
		フェリックス・マッティス	ドイツ	エコ研究所エネルギー・気候政策部 /リサーチコーディネーター
第4回	ゼロエミ企業	マティアス・バウゼンバイン	デンマーク	オーステッド (再エネに強み) /本部長 (アジア大洋州担当)
		ラルフ・ハンター	アメリカ	エクセロン・ニュークリア (原子力に強み) /最高執行責任者
第5回	総合エネルギー企業	ガイ・オーテン	イギリス	ロイヤル・ダッチ・シェル (元石油会社) /上級副社長
		ディディエ・オロー	フランス	ENGIE (元ガス会社) /上級副社長
		マリアンヌ・レニョー	フランス	EDFグループ (元電力会社) /上級副社長
第6回	技術・イノベーション	内山田竹志	日本	トヨタ自動車 /代表取締役会長
		リチャード・ボルト	オーストラリア	ビクトリア州政府 /経済開発・雇用・運輸・資源省次官
第7回	技術・イノベーション	アルン・マジュマダール	アメリカ	スタンフォード大学 /プレコートエネルギー研究所所長
ジョン・ホプキンス		アメリカ	ニュースケール・パワー /最高経営責任者	

【参考3】再エネの大量導入を支える次世代電力ネットワークの構築

＜発電事業者の声・指摘＞

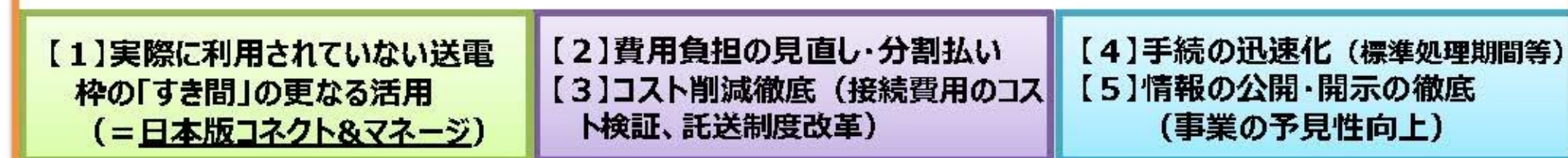


＜実態＞



再生可能エネルギー大量導入に対応する「新・系統利用ルール」の創設
〔送配電事業者との個別ケースごとの対応 → ルールに基づく系統の開放へ
海外のベストプラクティスの積極的な導入〕

＜対応の方向性：「5つの柱」＞



①各機関でルール化、②事例集・ガイドラインの策定、③紛争処理システムの構築

資源エネルギー庁

電力・ガス取引監視等委員会

電力広域的運営推進機関

【変化2-4】課題2：調整火力維持+蓄電池コストの抜本的低減

単位：円/kWh

	現状	将来	現在の コスト	家庭用 パリティ	産業用 パリティ
発電	再エネ	再エネ	150円	25円	15円
	+	+	 20円	 7円 (30年目標)	 7円 (30年目標)
調整	火力	蓄電池	130円	18円	8円
	+	+	蓄電池コスト： 4万円/kWh <small>LIBのセル価格 (エネ庁ヒアリング) NASはシステムで 4万円/kWh程度 (2012「蓄電池戦略」 (経産省))</small>	蓄電池コスト： 約400円/kWh <small>100分の1</small>	蓄電池コスト： 約40円/kWh <small>1000分の1</small>
	CO2排出	CO2フリー			

出典 第1回エネルギー情勢懇談会 資料1「エネルギー情勢を巡る状況変化」

○蓄電池の革新をどう加速するか？我が国が世界をリードする条件は？

※蓄電池は、バックアップ無しでの成立を前提に、1日の需要全体の3日分の容量が必要と仮定。パリティは、人件費・材料費を考慮すると成立しない可能性あり（出所）資源エネルギー庁試算（上記記載の蓄電池コストは電池パックのコストを表し、システム全体では5～10倍のコストとなると仮定）。調整コストには抑制費用・系統費用を含む。なお、ここでの「パリティ」は、系統を通してバックアップ火力も活用した分散型再エネが、系統電力と同コストとなる「グリッドパリティ」等の定義とは異なる点に留意。

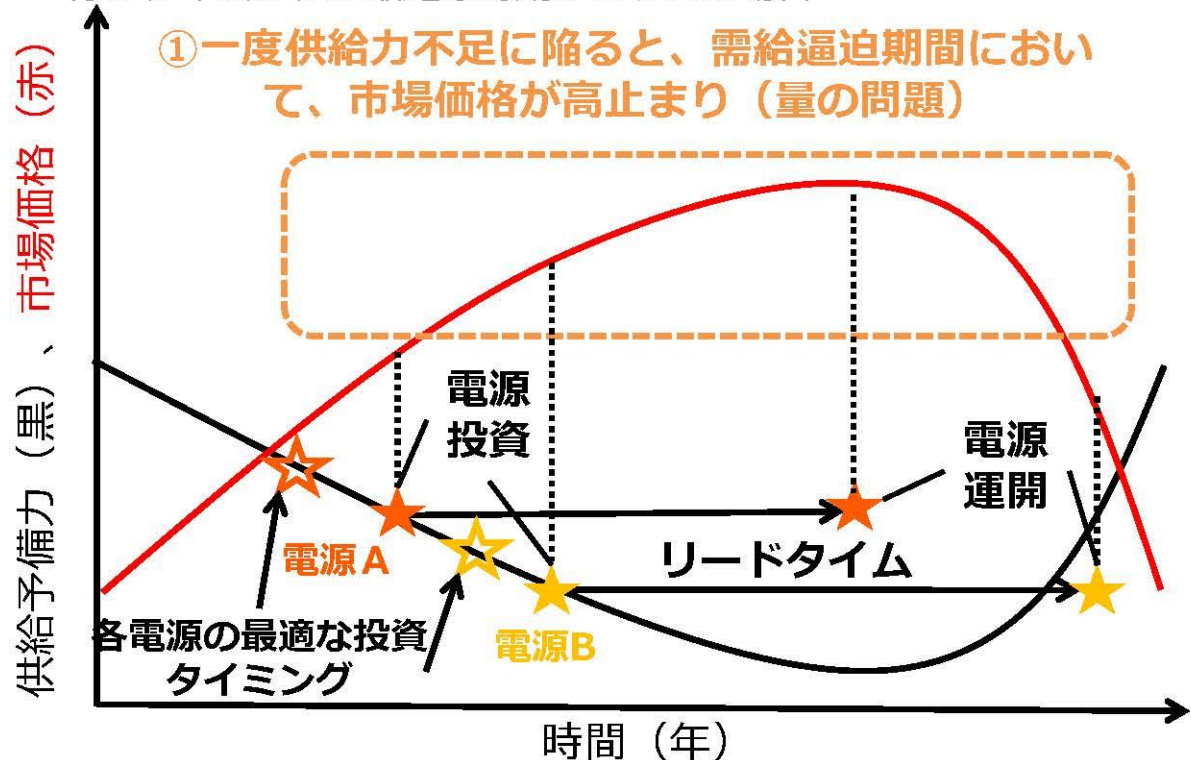
中長期的に必要な供給力を確保できないことによって生じる問題

- 投資回収の予見性低下に伴い、仮に今後発電投資が適切なタイミングで行われなかった場合、電源の新設・リプレース等が十分にされない状態で、既存発電所が閉鎖されていくこととなる。
- その結果、中長期的に供給力不足の問題が顕在化するが、電源開発には一定のリードタイムを要することから、**①需給が逼迫する期間にわたり、電気料金が高止まりする問題や、②再エネを更に導入した際の需給調整手段として、必要な調整電源を確保できない問題等が生じる懸念がある。**

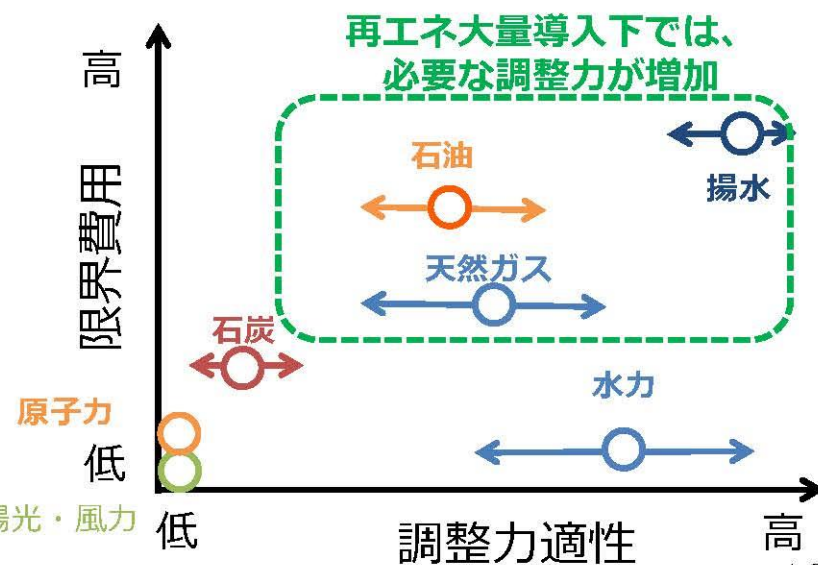
【供給予備力及び市場価格の推移（イメージ）】

【各電源の限界費用と調整力適性（イメージ）】

※事業者が卸電力市場の中で十分な予見性を確保できず、電源投資を行うタイミングが最適な時期からずれた場合



②火力等の調整電源が確保できない場合には、再エネ比率拡大下で需給調整が困難に（質の問題）



出典第25回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会「資料1-2 電力・ガス事業政策の検討の状況について」

ドイツの南北直流送電線設置計画

図 10: ドイツの電力システムの新分布

賢明なインフラの展開が政治的・戦略的柔軟性をもたらす:
新たな地理分布



多風力発電地域:北

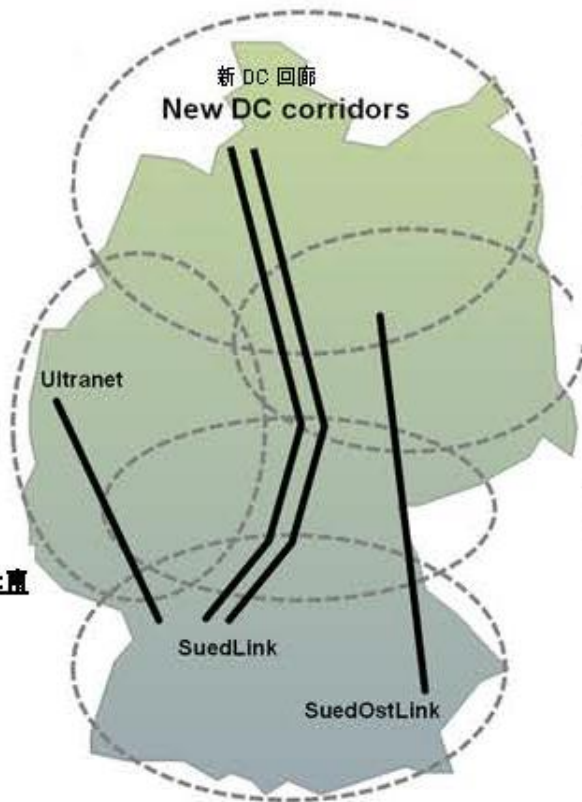
負荷:低
陸上/洋上風力発電:高

高負荷/中風 RES 地域:西

負荷:高
CHP:高
石炭の段階的廃止

高負担/多 PV/多蓄電地域:南

負担:高
PV:高
海外の蓄電能力にアクセス



低負荷/多風力地域:

負荷:低
風力:高
CHP:高
石炭火力の段階的廃止

中負荷/インフラおよびエネルギー貯蔵地域:中央

負荷:中~高
RES:中
水力発電能力:高
電力輸送:大

ドイツでは、デンマークに近い北部で風力発電の大電力が得られるが、電力の大消費地は南部都市である。送電ができないから、直流送電線の建設を計画している。日本でも、北海道、東北で風力発電の大電力が得られるが、電力の大消費地は東京や大阪で有る。日本でも直流送電線の建設を検討する必要があるのでは？

Ørsted at a glance ・ 会社概要

Headquarters in Denmark
Listed in the Nasdaq OMX: ORSTED
5,600 employees
Revenue in 2016 DKK 61.2 bn (JPY 1096bn)
EBITDA in 2016 DKK 19.1 bn (JPY 342bn)
Phase out the use of coal by 2023

本社所在地：デンマーク
ナスダックOMXに上場：ORSTED
従業員数：5,600名
営業収益（2016年度）：612億DKK（1.096兆円）
EBITDA（2016年度）：191億DKK（3,420億円）
2023までに、完全に石炭の利用から撤退の目指す



84%*

Wind Power 風力発電

- Develops, constructs, owns and operates offshore wind farms in Denmark, Germany, the Netherlands and the UK
デンマーク、ドイツ、オランダ、イギリスにおいて洋上ウィンドファームの開発・建設・運転
- Development projects in Taiwan and the USA
台湾、米国においてプロジェクト開発



4%* Bioenergy & Thermal Power バイオマス・エネルギー・火力発電

- Generates and sells power and heat to customers in Denmark and Northwestern Europe
電力・熱の生産、及びデンマークと北西欧のお客様に電力と熱を販売



12%* Distribution & Customer Solutions 送配・カスタマーソリューションズ

- Power distribution grid on Zealand and sale of power and gas to customers in Northwestern Europe
デンマーク・シェラン島の配電網、及び北西欧のお客様に電力及びガスの販売

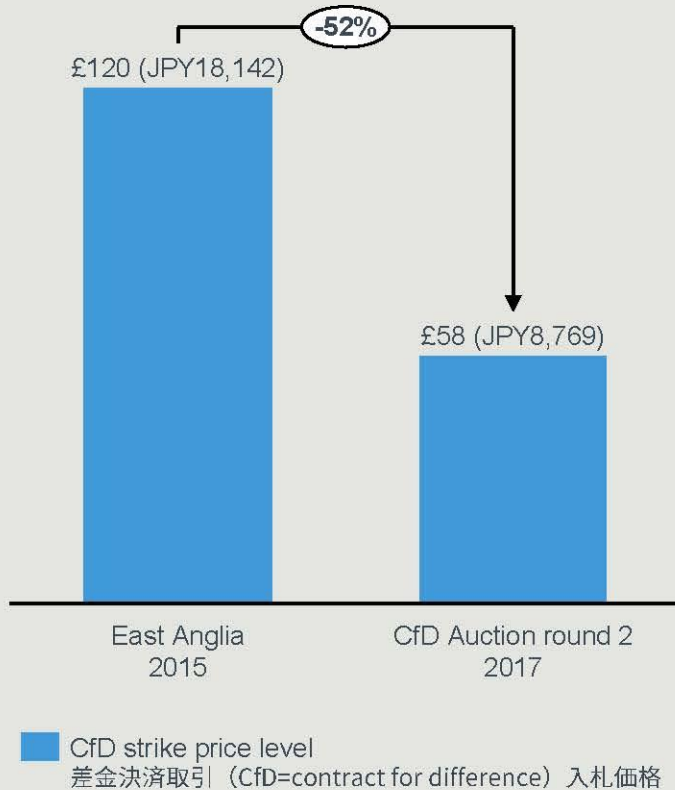
デンマークには、水力発電が無く、世界最大の風力発電製造会社が有る。そしてORSTED社は従業員5600人、売上1兆円、風力発電率84%の電力会社である。このような会社が増えてくるとおもわれる。

* Share of the Ørsted Group's capital employed

UK offshore wind shows rapidly declining costs, with latest round Orsted winning Hornsea project II at JPY 8.769 / kWh

イギリスの洋上風力でのコスト削減が急速 – オーステッド落札した Hornsea II では8.769円/kWhを実現

UK offshore wind CfD strike price levels イギリスにおける洋上風力差金決済取引価格
 £/MWh, 2012 prices, bid announcement year £/MWh, 2012年価格, 公募公表年



Main factors for reduced costs in UK from 2015-2017 コスト削減の主要要因2015-2017

Scale - Orsted's pipeline of construction projects across the UK creates economies of scale

規模 - オーステッドのイギリスにおける権利取得済みの案件による規模の経済

- With 1,386MW, Hornsea Project Two has the scale required to secure low costs per MW of construction, and low costs per MWh during a lifetime of operations and maintenance
- Larger turbines than previous UK parks expected

Maturing industry and technology - Innovation of offshore wind turbines, new installation equipment and methods, continuous improvements of foundation design, improved cables with higher capacity, and a growing and competitive supply chain

技術と産業としての成熟 - 洋上風力用風車の技術革新、新しい設置設備・方法、基礎部分の継続的改善、電気接続ケーブルの大容量化、サプライチェーンの競争力の向上

Risk reduction - Orsted already has several years of experience from developing Hornsea Project One in the North Sea, which reduces construction and operation risk of Hornsea Project Two

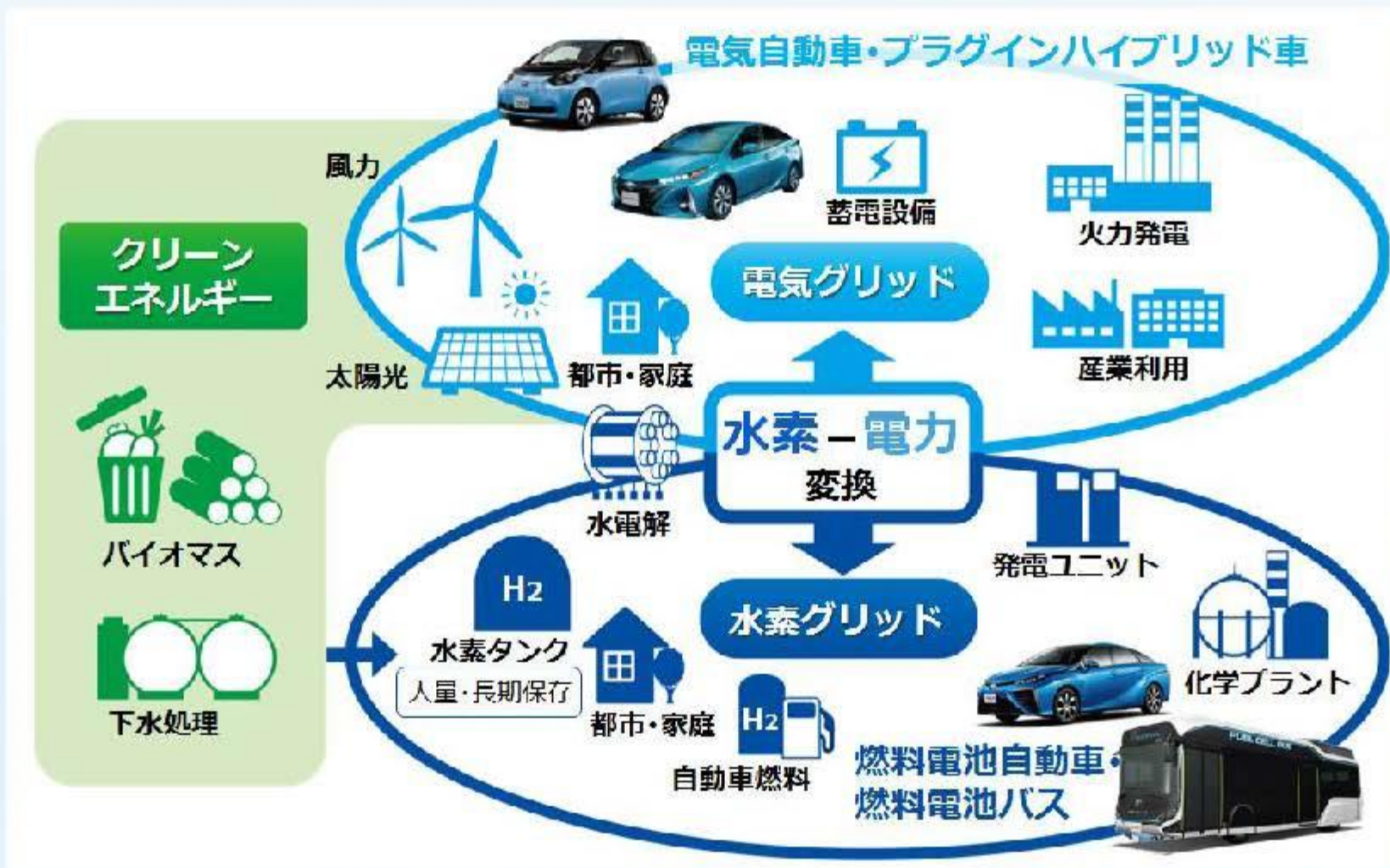
リスクの低減 - 北海のHornsea Project Oneからの経験値を生かし、Hornsea Project Twoにおける建設・運転リスクを低減

Synergies - Operations and maintenance on both Hornsea projects will be conducted from Orsted's new hub in Grimsby

相乗効果 - オーステッドの新しい拠点となるGrimsbyからO&Mを実行

Source: DECC & BEIS

クリーンエネルギーを活用した水素社会の姿



トップインタビュー

(毎週金曜日掲載)

宇部フェニックスマシン
ボリスの母都市となる宇部
市に産業名物が、またひと
つ誕生した。宇部興産のセ
メントハイウエイ、興産大
橋に次ぐものとして、宇部
マンモニア工業が世界で初
めて完成(昨年七月)した

マンモニア製造のためのチ
キサコ法石炭ガス化プラ
ントがそれだ。マンモニア業
界の構造改善が進むなか
ら、日産二十万トンの
完成は国内ほめて、世界
の注目を集めている。
——マンモニア業界は産業界

石炭ガス化

た結果、過剰設備の解消とコスト
低減を図り国際競争力を回復する
ために、同措置法に基づく過剰設
備の休止や原燃料の多様化など
の諸施策に取り組み、業界の活性
化が進められてきているのが現状
だ。

宇部アンモニア工業社長 鈴木 義次氏



宇部アンモニア工業 山口
県宇部市大字藤田二五七五
番(八三六) 五八五八

の商業的規模のものといわれ
ていますが、建設に際し切
た背負っています。

鈴木 このプラントは慶州炭な
るが、原料として三十七億円、一十
三百五十度の高温高圧下の炉内
で微粉炭を液状にしたものに、酸
素を吹きつけて瞬時に水素と二酸
化炭素をつくり、合成ガスを導る
画期的なプロセスで、マンモニア
製造のためのこの種のプロセスと

鈴木 このプラントは慶州炭な
るが、原料として三十七億円、一十
三百五十度の高温高圧下の炉内
で微粉炭を液状にしたものに、酸
素を吹きつけて瞬時に水素と二酸
化炭素をつくり、合成ガスを導る
画期的なプロセスで、マンモニア
製造のためのこの種のプロセスと

物がなないため、精製が容易でマン
モニア合成や今後の発展が期待さ
れる。ケミカルに適したクリー
ンなガスが得られる。また、
フサ、LPGなど石油系原料に比
べ、一カロリー当たり二分の一以
下の安い石炭を使用するもので、二
〇%以上も原価を低減できるなど
が特徴といえる。このためマンモ
ニア用として、今後は複合
発電に必要な燃料ガス製造プロセ
スとしても注目を浴びているもの
と見て合わせられる。

をあげて提唱してきたものでは
ある。当社としても、こうした政府
や業界の施策の動向に注目をし、
自らの企業努力をもって体質の改
善を図るべく、既存のチキサコ
チームリフォーミング法による日
産一千二百五十万トンモニア製造
設備を、チキサコ法石炭ガス化法
による日産二十万トンモニア製造
設備に切り替えたものだ。

鈴木 非産業界の技術者もあ
る。同プラントのプロセスに
ついて、簡単に説明していただ
けませんか。

鈴木 昨年八月に宇部興産が住
友化学工業と年間十万吨の生産受
委託契約を締結したほか、国内大
手化学企業へも供給するところにな
っている。今後も良質なマンモ
ニアの安定供給に二層の努力を
払っていき、生産効率の向上と
新技術へ挑戦していきたいと考
えている。

アメリカのテキサコ社が主催したクールウォーター石炭
ガス化発電国際プロジェクトは、日本の技術で30年
以上前に水素の商業生産設備に成っている。

1年で完成

をあげて提唱してきたものでは
ある。当社としても、こうした政府
や業界の施策の動向に注目をし、
自らの企業努力をもって体質の改
善を図るべく、既存のチキサコ
チームリフォーミング法による日
産一千二百五十万トンモニア製造
設備を、チキサコ法石炭ガス化法
による日産二十万トンモニア製造
設備に切り替えたものだ。

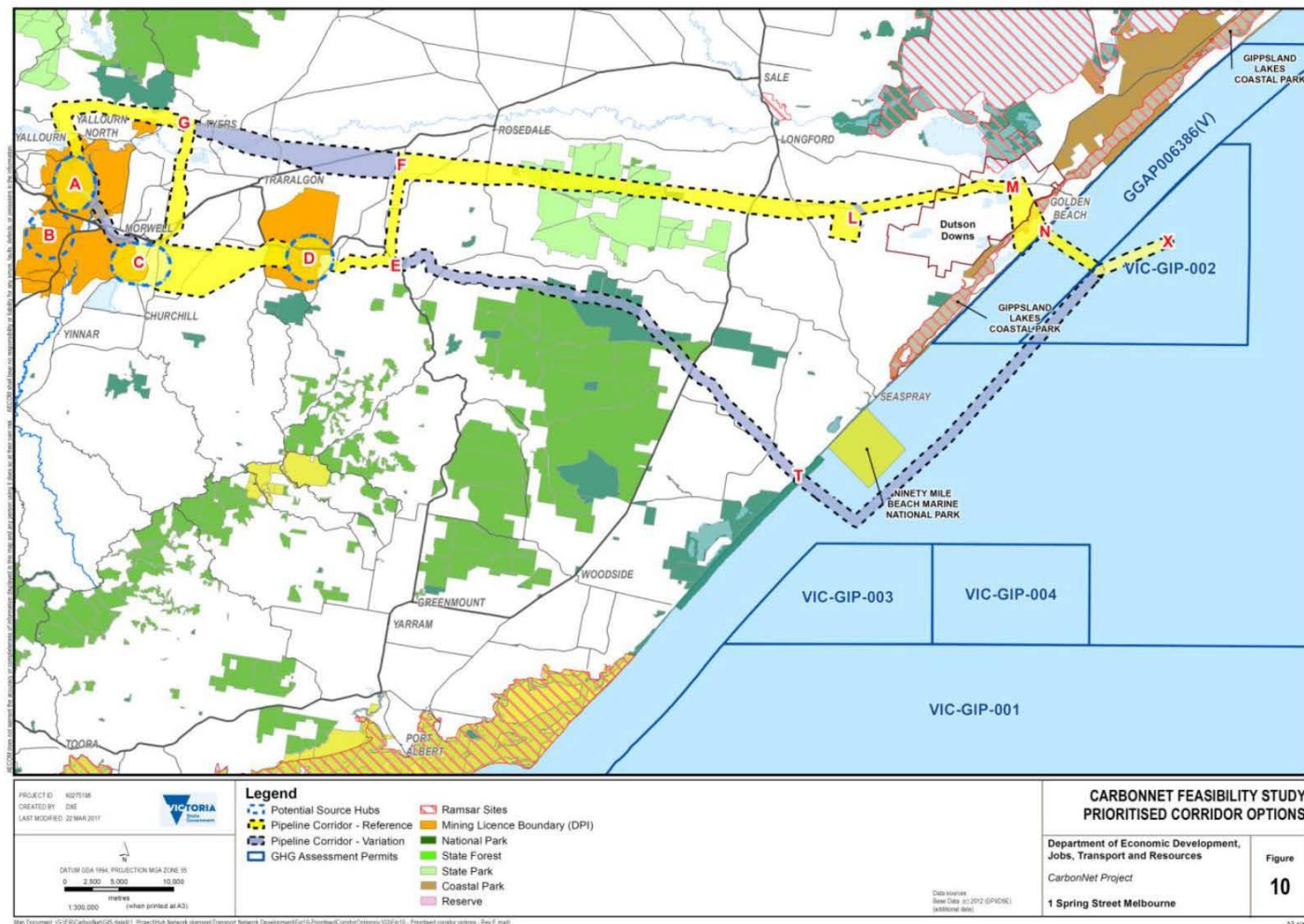
鈴木 非産業界の技術者もあ
る。同プラントのプロセスに
ついて、簡単に説明していただ
けませんか。

鈴木 昨年八月に宇部興産が住
友化学工業と年間十万吨の生産受
委託契約を締結したほか、国内大
手化学企業へも供給するところにな
っている。今後も良質なマンモ
ニアの安定供給に二層の努力を
払っていき、生産効率の向上と
新技術へ挑戦していきたいと考
えている。

(聞き手 山口・明石通信局長)

CARBONNETプロジェクト

- ギプスランド地域で複数の利用者を対象とした大規模なCCSネットワークを構築
 - 沖合貯蔵に向けた海岸付近への注入
- 2020年に向けてオーストラリア連邦政府とビクトリア州政府が共同出資
 - 予備調査と開発に1億5000万オーストラリアドルを出資
- CarbonNetプロジェクトのペリカン地区はP90において1億2500万トン进行貯蔵可能
- 莫大な研究投資
- Global Carbon Capture and Storage Instituteを介して知見を共有
- 顧客と投資家の確保に向けて産業界と協力



豪州におけるCO2貯留の大きな進展

Chevron(シェブロン)社は、2014/15年から、同社の巨大なGorgon(ゴルゴン)LNGプロジェクトの一環として、**1億2千万トンの加圧超臨界CO2の地下2,500メートルへの注入**を開始する予定である。Gorgonガス田の生ガスにはCO2が約14%含有されているが、メタンを液化して販売することを可能にするには、その前にこれを分離し、安全に処理する必要がある。Chevron社は、州政府及び連邦政府と2009年に合意した野心的なプログラムに基づき、西オーストラリア沖合のBarrow(バロー)島の地下にある塩水帯水層にCO2を注入する予定。Chevron社は、年間3百万トン以上の貯留能力をもつ世界最大のCO2注入施設に20億ドルを投資し、このプロジェクトを、他の追従を許さない世界最大のCO2貯留プロジェクトとしている。さらに注入されたCO2が地下の塩水帯水層の中でどのような挙動をするかを研究するユニークな機会も提供している。

世界の主要なCCSプロジェクト

※EOR= 石油増進回収

スライプナー(ノルウェー)

圧入開始: 1996年
天然ガスに含まれるCO₂を分離して、貯留層に圧入
深度: 海底下700m~1,000m
圧入量: 年間90万トン



スノービット(ノルウェー)

圧入開始: 2008年
天然ガスに含まれるCO₂を分離して、貯留層に圧入
深度: 海底下2,600m
圧入量: 年間70万トン



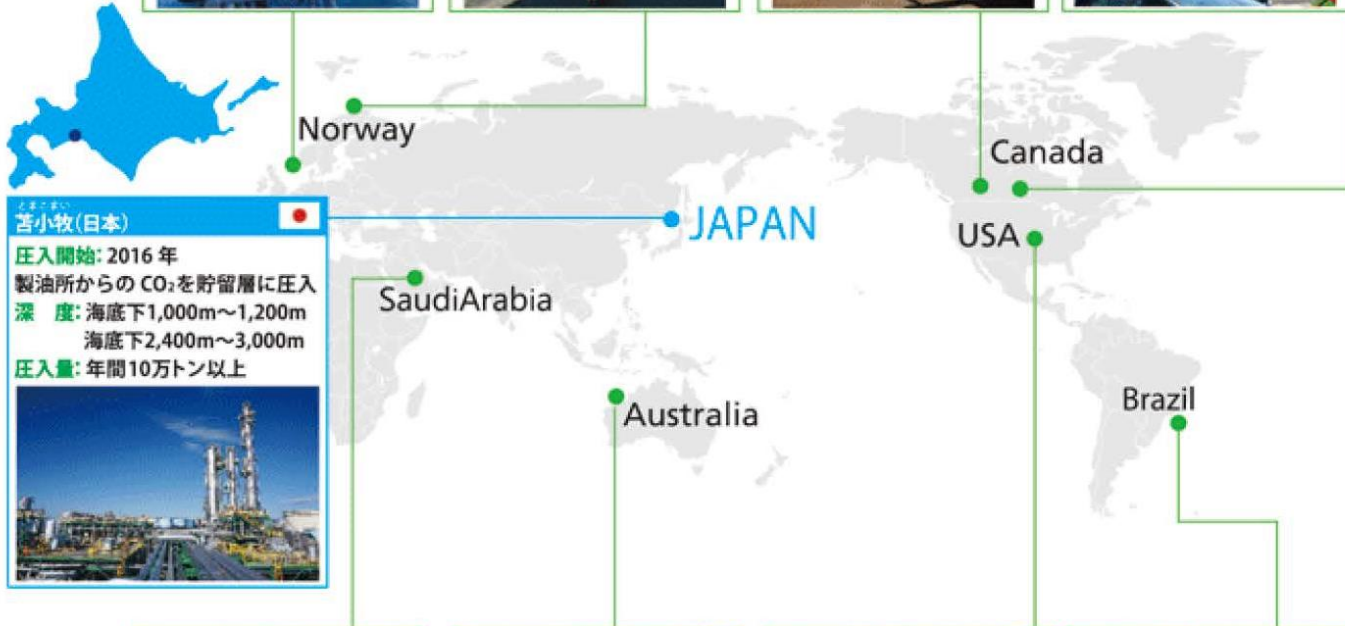
ワイバーン(カナダ)

圧入開始: 2000年
石炭をガス化したガスから分離したCO₂を油層に圧入(EOR)
深度: 地下1,500m
圧入量: 年間300万トン



パウダリーダム(カナダ)

圧入開始: 2014年
石炭火力発電所の燃焼排ガスからCO₂を分離して、油層に圧入(EOR)
深度: 地下1,500m
圧入量: 年間100万トン



苫小牧(日本)

圧入開始: 2016年
製油所からのCO₂を貯留層に圧入
深度: 海底下1,000m~1,200m
海底下2,400m~3,000m
圧入量: 年間10万トン以上



ウスマニア(サウジアラビア)

圧入開始: 2015年
天然ガスに含まれるCO₂を分離して、油層に圧入(EOR)
ガワール油田(深度詳細不明)
圧入量: 年間80万トン

ゴーン(オーストラリア)

圧入開始: 2016年
天然ガスに含まれるCO₂を分離して、貯留層に圧入
深度: 海底下2,300m
圧入量: 年間340~400万トン

コフィービル(アメリカ)

圧入開始: 2013年
石油コークをガス化したガスから分離CO₂を油層に圧入(EOR)
深度: 地下900m
圧入量: 年間100万トン

ルーラ(ブラジル)

圧入開始: 2013年
天然ガスに含まれるCO₂を分離して、油層に圧入(EOR)
深度: 海底下3,000m~5,000m
圧入量: 年間70万トン

カナダでは、石炭をガス化炉でガス化し、水素を製造し、CO₂は油田後に圧入している。アメリカでは、産業廃棄物のオイルコークスをガス化炉でガス化し、水素を製造し、CO₂は油田後に圧入している。CCS(CO₂回収・貯留)は既に商業生産設備である。

出典 世界のCCS

<http://www.japanccs.com/about/world/>

●操業中: 13プロジェクト ●建設中: 9プロジェクト
(2014年10月現在 GLOBAL CCS INSTITUTE HPより)
参考: GCCSI及びFStatoilHydro CCS資料

液化水素運搬船のイメージ



出典：川崎重工業提供

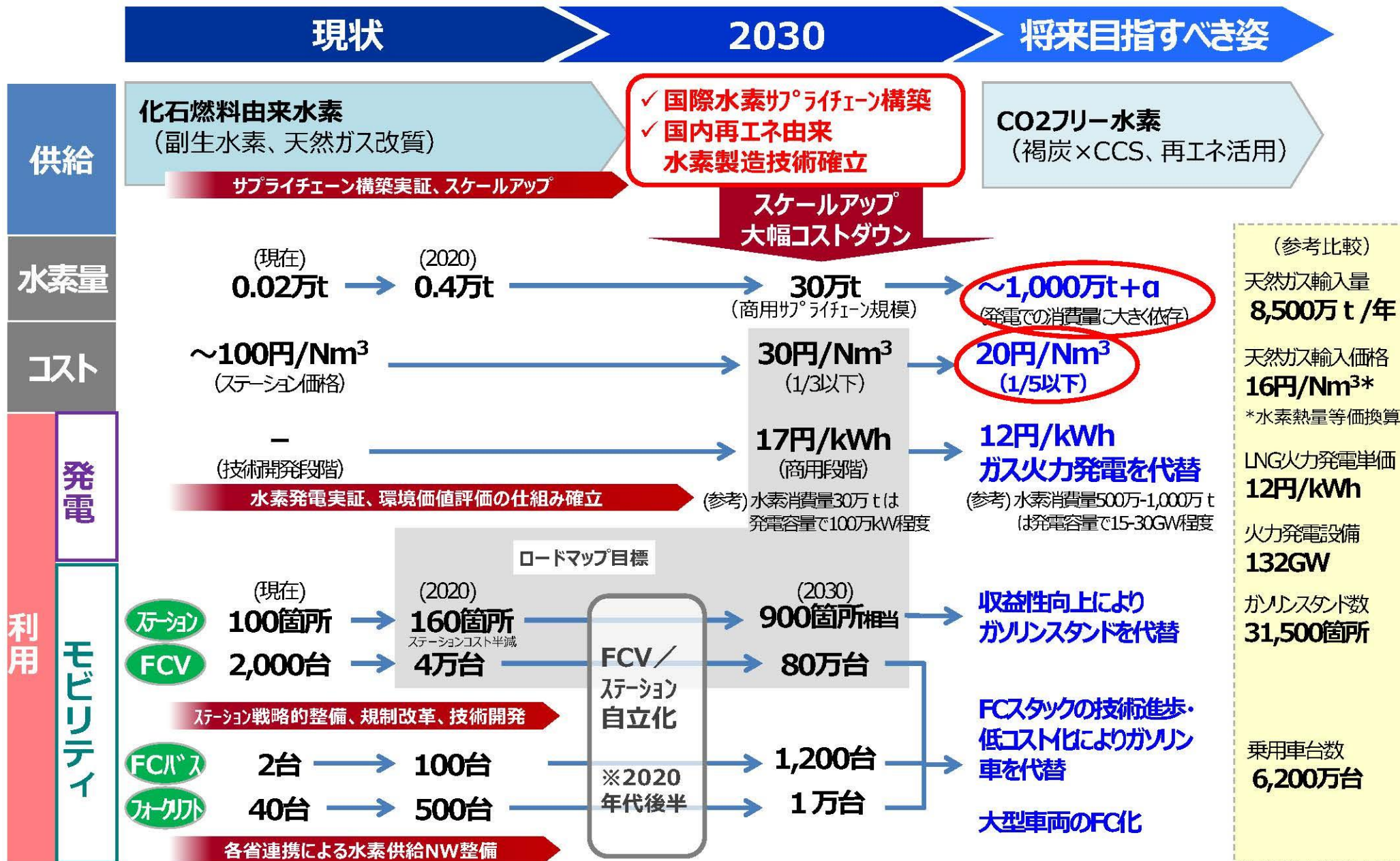
本プロジェクトは、当初、船舶建造やプラント建設の知見を有する川崎重工業、水素の取り扱いの知見を有する岩谷産業、石炭ガス化技術の知見を有する電源開発の3社が共同で取り組んできましたが、取組を加速するべく、これら3社に、船舶の国際基準や運航の知見を有するシェルジュパンを加えた4社により、「技術研究組合 CO₂フリー水素サプライチェーン推進機構」(HySTRA)が設立され(2016年2月)、現在は、HySTRAにより実証事業が行われています。

政府は、このプロジェクトに対し、技術実証予算による支援だけでなく、液化水素運搬船に関する安全基準の国際合意に向けた支援を行っています。具体的には、国土交通省が、液化水素運搬船の安全要件の策定に関する国際海事機関(IMO)における多国間の議論を主導し、2016年11月には、IMOにおいて、暫定的な安全要件が採択されました。2017年1月には、液化水素運搬船の安全基準について、日豪二国間の協議を終了し、液化水素運搬船の建造着手が可能となりました。

また、2015年12月の安倍総理とターンブル豪州首相の会談の際には、両首脳による共同声明において、本プロジェクトに対する支持が表明されました。2017年1月には、安倍総理大臣の訪豪に合わせ、経済産業省とオーストラリアの産業・イノベーション・科学省との間で、本プロジェクトを含む複数のイノベーションプロジェクトの推進を両国で進めていく旨などを明記した日豪イノベーション協力の覚書が署名されるなど、政府間での連携の動きも加速しています。

日本では、現在1年間に石油約2億トン、液化天然ガス役0.9億トン、石炭約2億トンを海上予輸送して輸入している。海外で、大規模太陽光発電で製造された水素やCCS付石炭ガス化炉で安価に製造された水素を大量輸入することも、脱炭素化の一つの大きな選択肢と思われる。

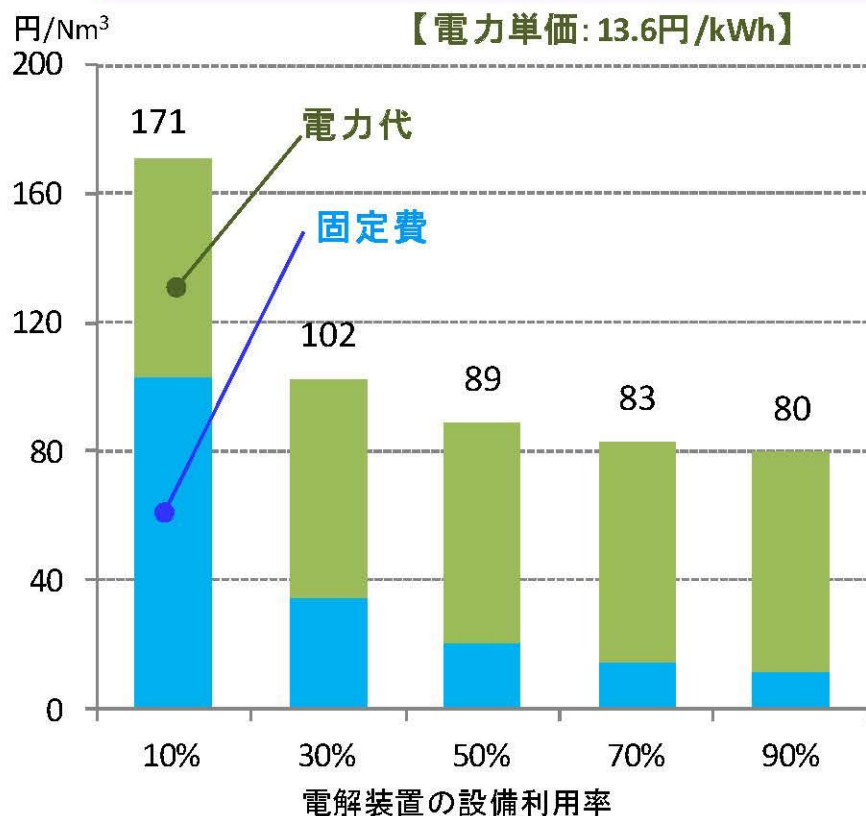
水素基本戦略のシナリオ



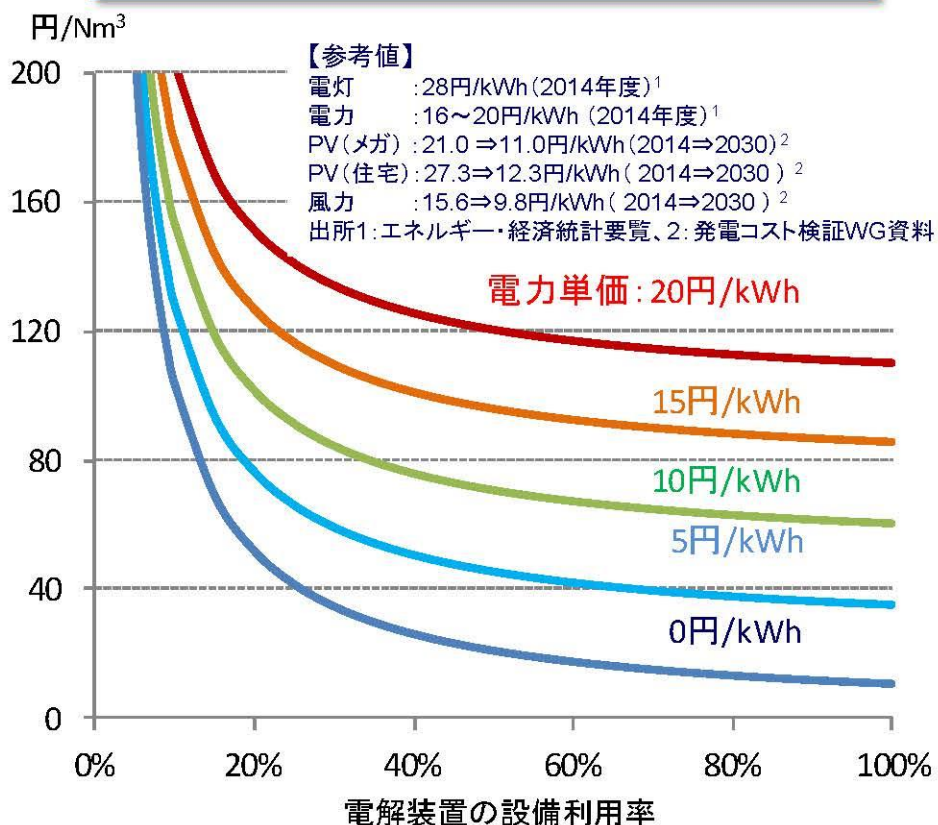
電解水素製造コスト

- 現在1Nm³の水素製造に最低でも5kWhの電力投入が必要であることから、電力代だけで100円/Nm³を超える可能性も
- 投入電力単価の低減、電解水素製造原単位の低減、電解設備費の削減の全てが必要。また、電解装置の設備利用率向上も課題

電解設備利用率の感度



電力単価の感度

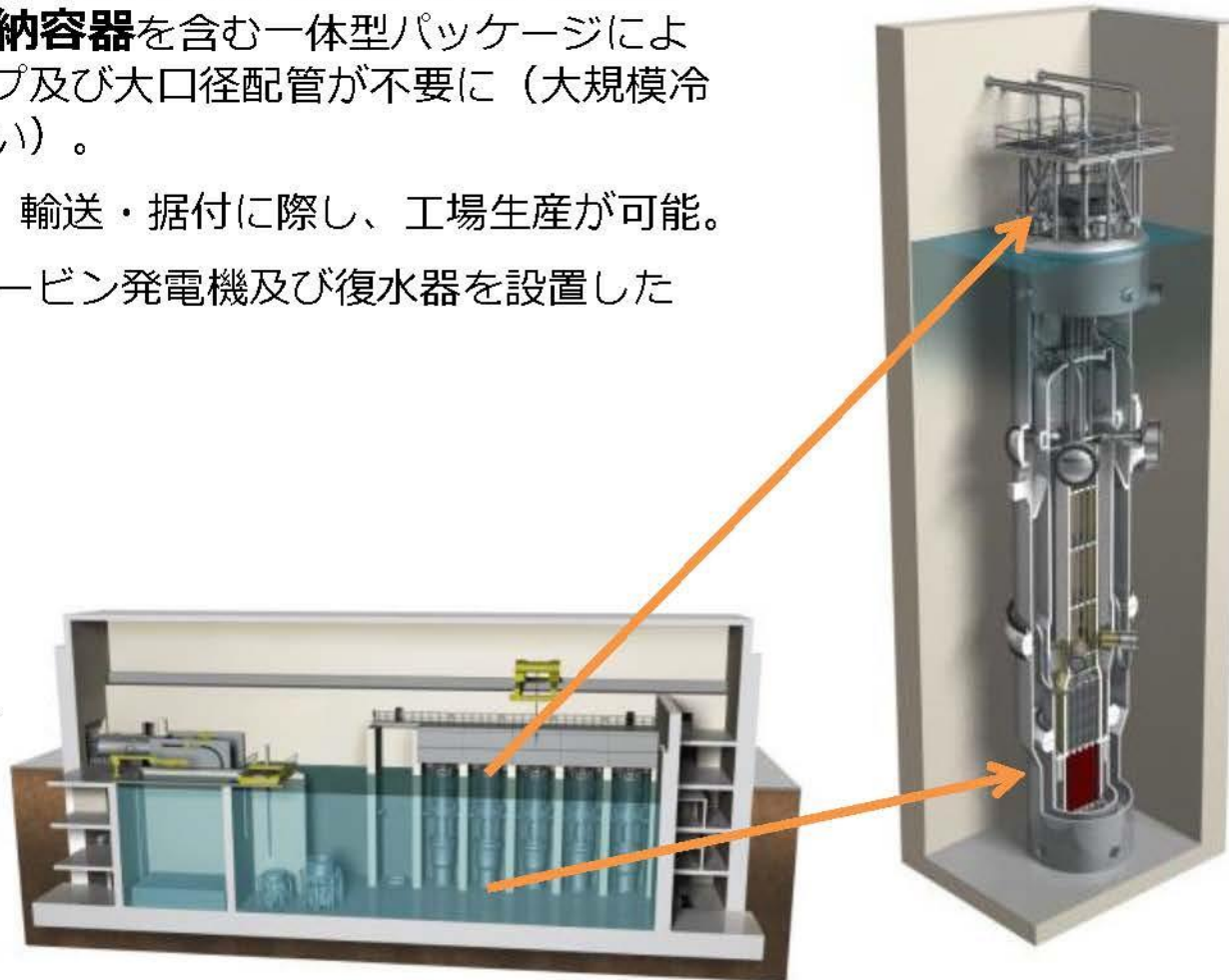


出典 柴田善朗「国内再生可能エネルギーからの水素製造の展望と課題 第2回CO₂フリー水素ワーキンググループ」水素・燃料電池戦略協議会 2016年6月22日 日本エネルギー経済研究所
http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/suiso_nenryodenchi/co2free/pdf/002_04_00.pdf

NuScale パワー・モジュール (NPM) について

拡張性が高い設計により1基から12基までのNPMを利用可能

- NuScale Power Module™ (NPM) は、原子炉容器、蒸気発生器、加圧器、および格納容器を含む一体型パッケージにより、大型原子炉冷却ポンプ及び大口徑配管が不要に（大規模冷却材喪失事故が発生しない）。
- 各NPMの出力は50MWe。輸送・据付に際し、工場生産が可能。
- 各NPMは、可動式蒸気タービン発電機及び復水器を設置した状態で工場から出荷
- 各NPMは、耐震性スチールライナー式の地下コンクリートプールに設置。
- 負荷上昇に合わせて最大12基までのNPMを段階的に稼働させることで、グロスで600 MWe（ネットで570MWe）まで出力を増加させることが可能。

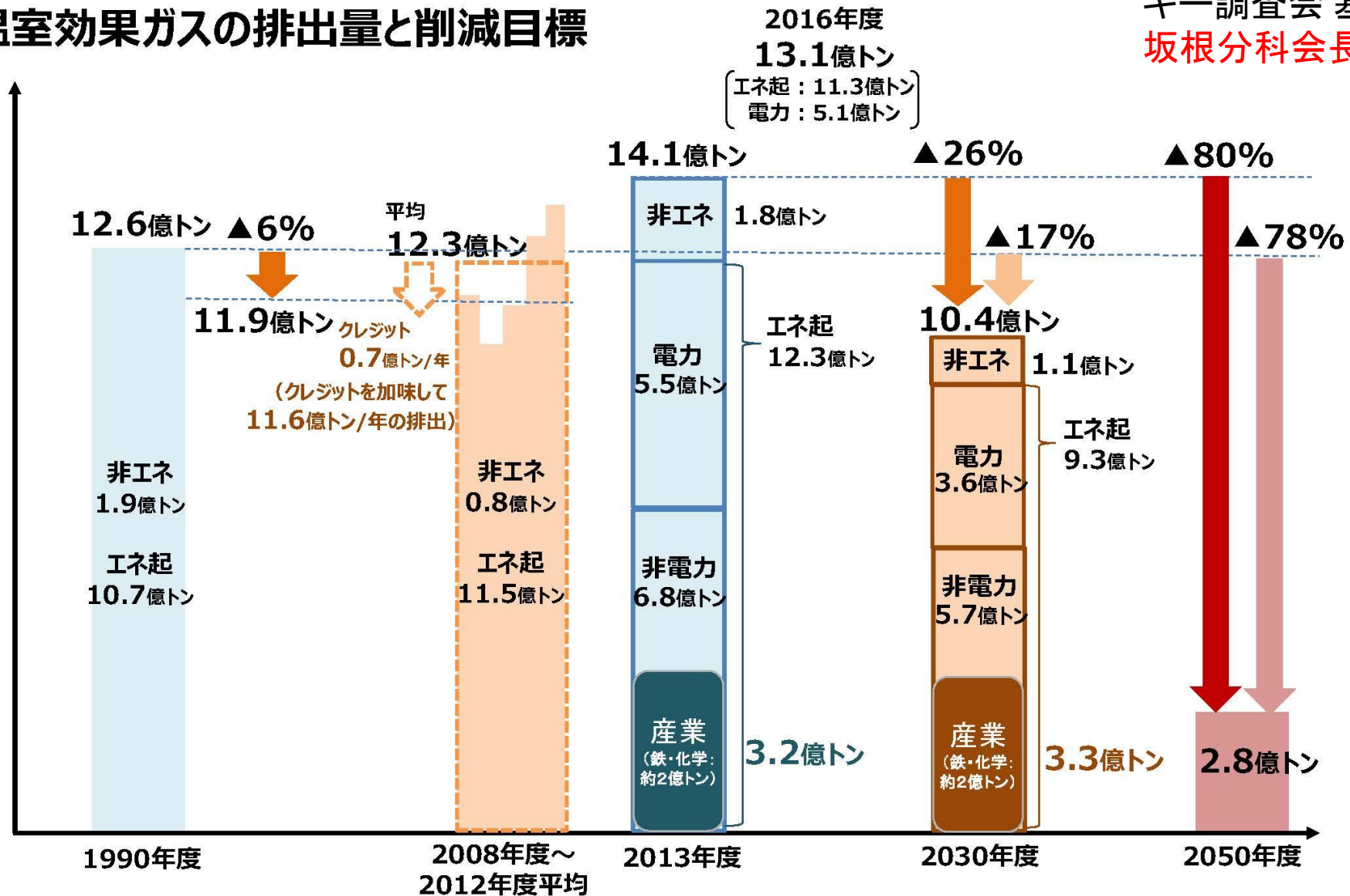


ニュースケール・パワー社の小型モジュール原発。アメリカではシェールガスが安価に成ったのでガスコンバインド発電の電力が安価になり、アメリカでの競争力は無くなってきているようです。日本には原発の推進に積極的な政府があり、又日本には超高度技術の小型モジュール炉をライセンス生産する製造能力があるので、アメリカで建設するのは難しくても、日本での新型原発の新規採用に期待しているように思われます。

日本のパリ協定実施目標

出典 第26回総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会
坂根分科会長 提出資料

温室効果ガスの排出量と削減目標



※京都メカニズムクレジットを購入することで京都議定書の目標を達成。また、2050年の排出量は、2013年度基準年と仮に設定し、温室効果ガス▲80%として試算したもの。なお、統計の改定等により、京都議定書の目標設定・評価時とは、数値が異なっている可能性がある点、非エネ（ここでは、エネルギー起源CO2以外の温室効果ガス）の排出量は森林吸収量を勘案して試算したものである点に留意。

竹中技術研究報告 No.64 2008

3.4 コンクリートの寿命を延ばす(超高耐久性コンクリート)

寿命が2倍になれば、ライフサイクルで見たコンクリートの使用量は半分となり、環境負荷も半減するのである。当社で500年コンクリートと名付けて超高耐久性コンクリートの技術を発表したのは1986年である。コンクリートの中酸化速度を低減し、鉄筋位置までコンクリートが中酸化するのに要する時間を長くすることによって長寿命化を図った技術である。アミノアルコールとグリコールエーテル誘導体という、それまでコンクリートに使用されたことのない化合物を見つけ中酸化を抑制したものである。当時、当社で研究を進めていた中酸化進行の信頼性理論による予測法により寿命を推定すると寿命500年という結果が得られた。

そのため500年コンクリートと名付けたのである。

3.1 コンクリートの環境負荷

しかし、先に述べたように、コンクリート用材料は、わが国の全マテリアルフローの約40%を占め、解体コンクリートは全産業廃棄物の10%弱を占める。**さらに、セメント製造時のCO₂の排出量は我が国全体のCO₂排出量の約4%を占める。**

エネルギー情勢懇談会や総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会において、パリ条約の目標2050年に向けてのCO2の削減80%、日本においては2013年度CO2 14.1億トンと2050年度に2.8億トンにまで減少させることは不可能に近いと考えている人が多いと思われる。

しかし、**これまで公開されて論議されてきた現在の日本と世界の技術では、ニューテクノロジーの最先端は必ずしも、確認されていないように思われる。**また審議会では、原発はCO2の削減80%に大きく貢献できるとの発言が多いが、エネルギー情勢懇談会に招いた国外の原発関係専門家は、もう世界の先進諸国では、原発の新設は難しいと考えている。

それから、パリ条約の目標は、CO2の削減80%だけではない。これからの世界は、地球環境の保全を優先するであり、チェルノブイリ原発事故や福島原発事故は、最大の地球環境破壊と考えている。今考えられている、2050年度のエネルギーの世界は、電力と水素と考えられる。それがほんとか、別の道が有るのか、考えていく事が重要と思われる。