

海外視察報告

～ドイツ（ベルリン・デュッセルドルフ）～

平成28年1月29日

国土交通省北海道局

視察の概要

- 目的:再生可能エネルギーの導入拡大及び再生可能エネルギー由来水素の活用を推進しているドイツを視察し、北海道における取組の参考となる情報を収集する。
- 視察先:官庁等 連邦交通・デジタルインフラ省(BMVI)【ベルリン】
水素・燃料電池機構(NOW)【ベルリン】
NRW(ノルライン・ヴェストファーレン)州エネルギー庁【デュッセルドルフ】
ヘルテン市水素ユーザーセンター【デュッセルドルフ】
企業等 Agora Energiewende(シンクタンク)【ベルリン】
TOTAL社水素ステーション【ベルリン】
HYCON社【デュッセルドルフ】
ナチュアシュトローム社【デュッセルドルフ】
シュタットベルケ・デュッセルドルフ【デュッセルドルフ】
- 日時:平成27年11月22日(日)~26日(木)
- 参加者:座長代理 近久 武美(北海道大学大学院工学研究院教授)
国土交通省北海道局、北海道開発局

11月23日(月)

【ベルリン】

- ①Agora Energiewende(シンクタンク)
- ②水素・燃料電池機構(NOW)
- ③連邦交通・デジタルインフラ省(BMVI)
- ④TOTAL社水素ステーション

11月24日(火)

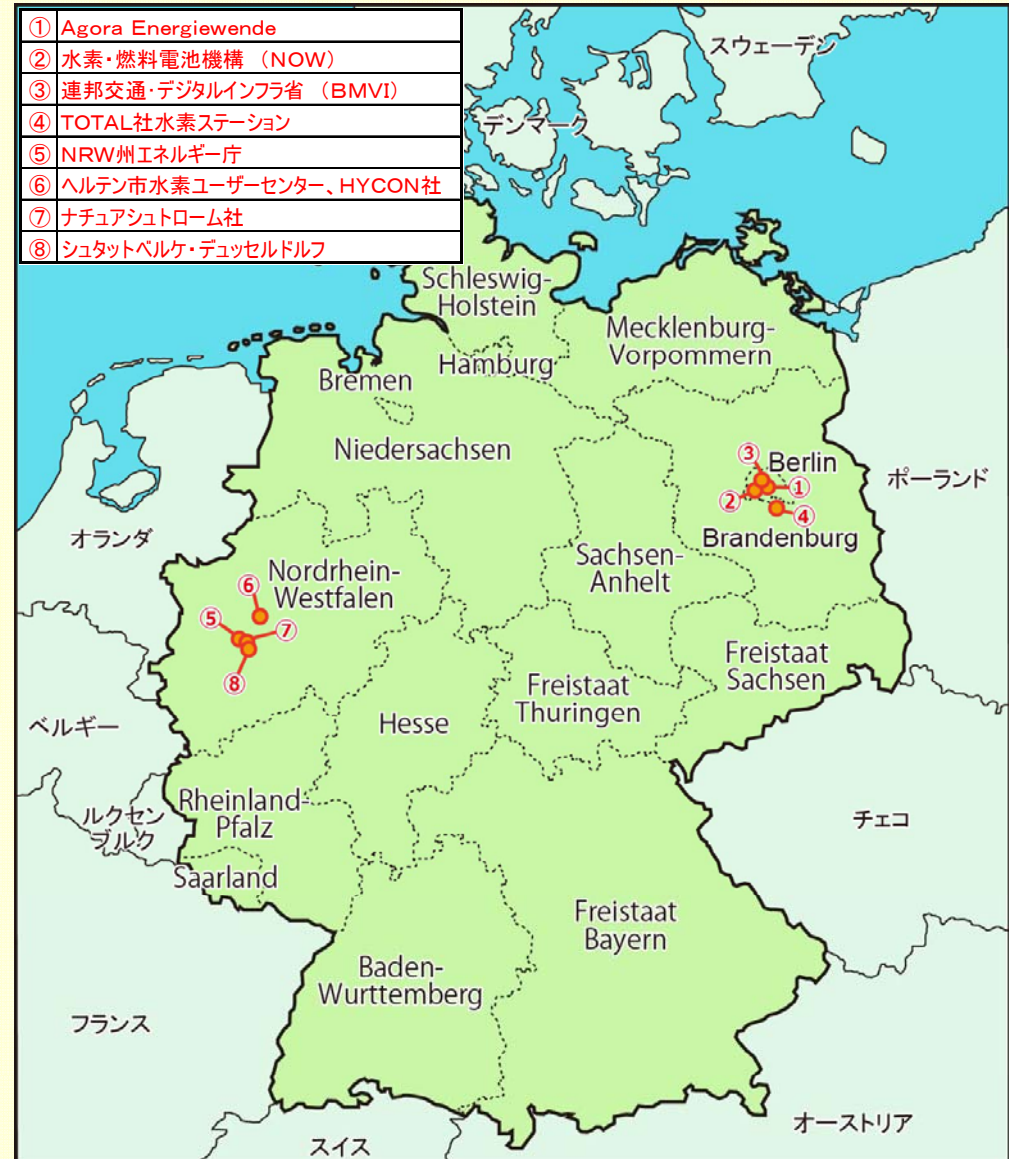
【デュッセルドルフ】

- ⑤NRW州エネルギー庁
- ⑥ヘルテン市水素ユーザーセンター
- ⑥HYCON社

11月25日(水)

【デュッセルドルフ】

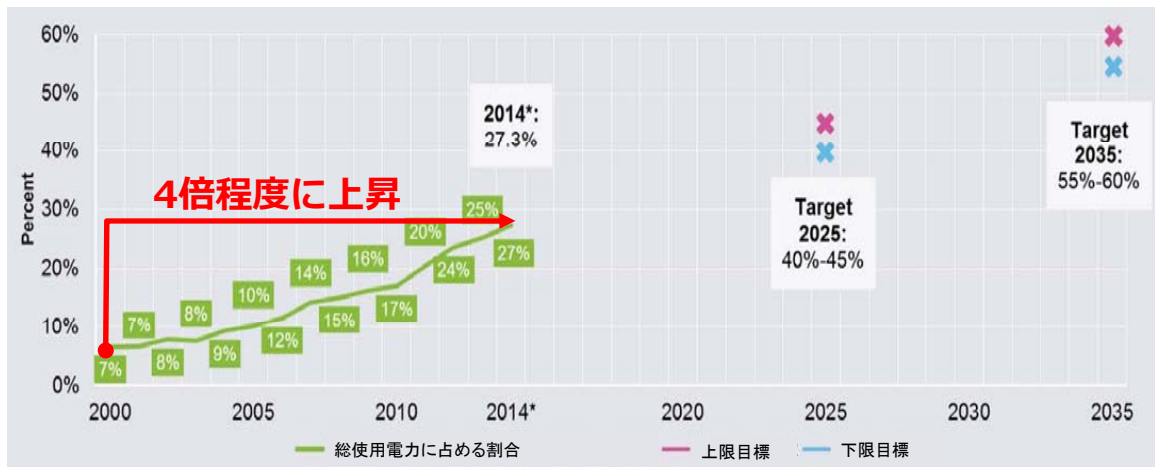
- ⑦ナチュアシュトローム社
- ⑧シュタットベルケ・デュッセルドルフ



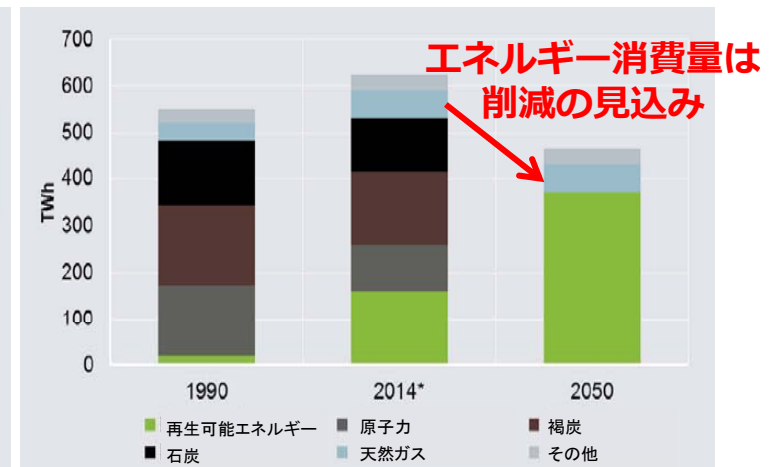
視察結果の概要

【ドイツ政府のエネルギー政策目標】

- 2022年までに国内で稼働する全ての原発の稼働を段階的に停止する見込み。
- 総電力消費量に占める再生可能エネルギーの比率を2025年までに40～45%、2035年までに55～60%、2050年までに80%以上とする目標を設定。
- 2014年における総電力消費量に占める再生可能エネルギーの割合は27.3%（但し予測値）となっており、2000年と比較して4倍程度にまで上昇。
- 一方、2008年比で、国内の電力消費量を、2020年までに10%、2050年までに25%まで削減する目標を設定し、エネルギー利用効率の向上を目指す。



総電力消費量に占める再生可能エネルギーの比率の推移及び中・長期的目標



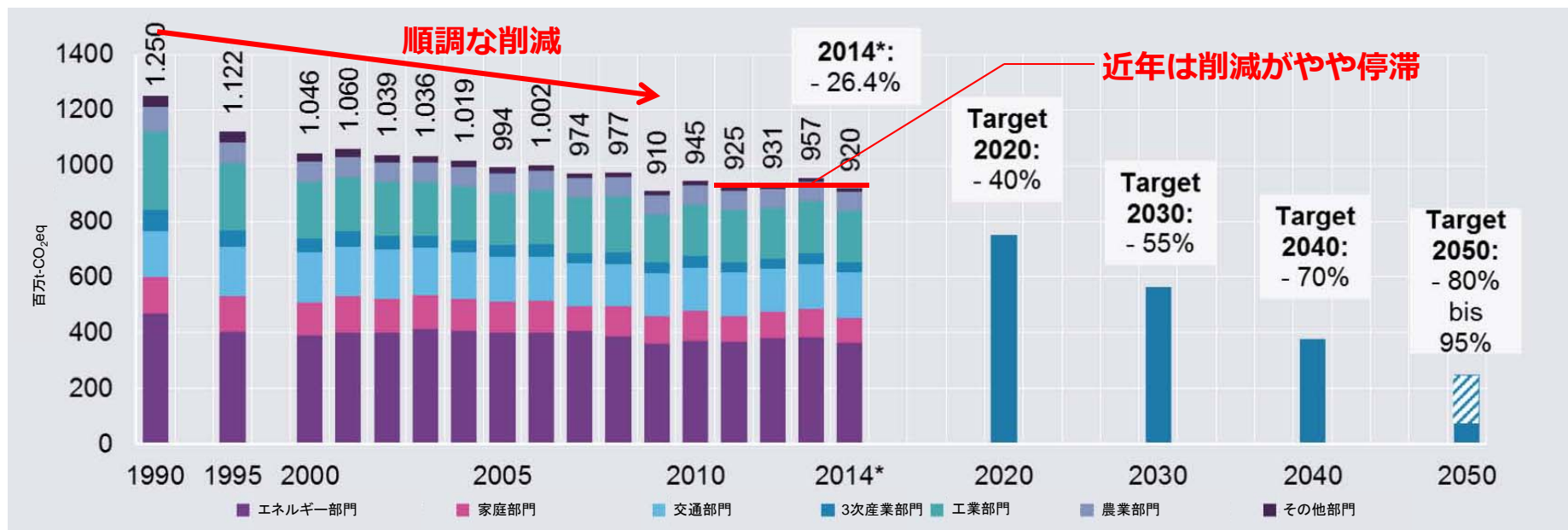
エネルギー種別発電量及び将来目標

出典：いずれもInsights from Germany's Energiewende, Agora Energiewende (2015.11)を元に作成

視察結果の概要

【ドイツ政府の温室効果ガス削減目標及び実績】

- 1990年比で2020年までに40%、2030年までに55%、2040年までに70%、2050年までに80～95%の段階的削減目標を設定。
- 交通部門では2005年比で2020年までに10%、2050年までに40%の削減目標を設定。
- 2008年までは順調に目標値を達成したが、2011年以降は、国内景気の上昇、原発の停止による褐炭利用量の増加に伴い、温室効果ガス排出量は増加ないし停滞傾向。



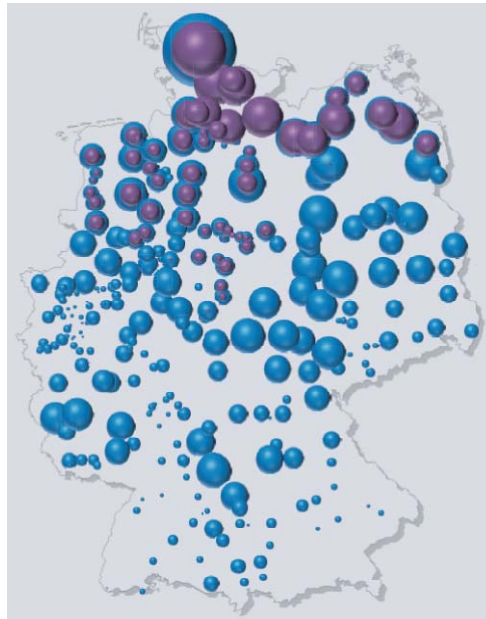
ドイツにおける部門別GHG排出量の推移と段階的削減目標(※2014年は予測値)

出典：Insights from Germany's Energiewende, Agora Energiewende (2015.11)を元に作成

【再生可能エネルギーの導入への課題と対策】

- 北部沿岸地域は再生可能エネルギー（風力）資源に恵まれているのに対し、電力需要は工業地帯がある南部地域に集中しているが、送電網が不足している。
- 北部エリアから南部エリアまでを系統で送電する計画があるが、住民からは、風力発電建設や送電網整備に対して、騒音、景観、生物多様性保護等に関する抵抗がある。
- 住民の受容性を高めることが課題であり、対策として、住民によるファンド（住民主導型ウインドパーク）形成・運営、住民への様々な情報展開のためのイベント実施などの対策が行われている。
- 一般市民等が株主となり、再エネ由来のみのエネルギー（電気・熱・ガス）を販売する「市民エネルギー会社（例：ナチュアシュトローム社）」が設立。販売額の一部を再エネ新規発電設備等へ投資し、ユーザーに再エネ普及を実感させるなど、透明性・信頼性を確保。

風力発電拡大のシナリオ



2024年までの送電網の拡張計画



出典：Understanding the Energiewende, Agora Energiewende (2015.10)を元に作成

視察結果の概要

【余剰電力の利活用】

- 2001年以降、ドイツにおける総発電量は総電力消費量を超過している。
- また、導入促進が顕著である再生可能エネルギー（風力・太陽光）による発電は、気象条件や季節の変化に伴い発電量が変動し、出力調整が困難となる。
- 再生可能エネルギーの更なる導入には、余剰電力の利活用が避けられない課題であり、再生可能エネルギー由来の電力を用いて水分解を行い、生成した水素（あるいはメタン）を貯蔵・再利用する技術（Power to Gas（以下、「P2G」）の開発が進められている。

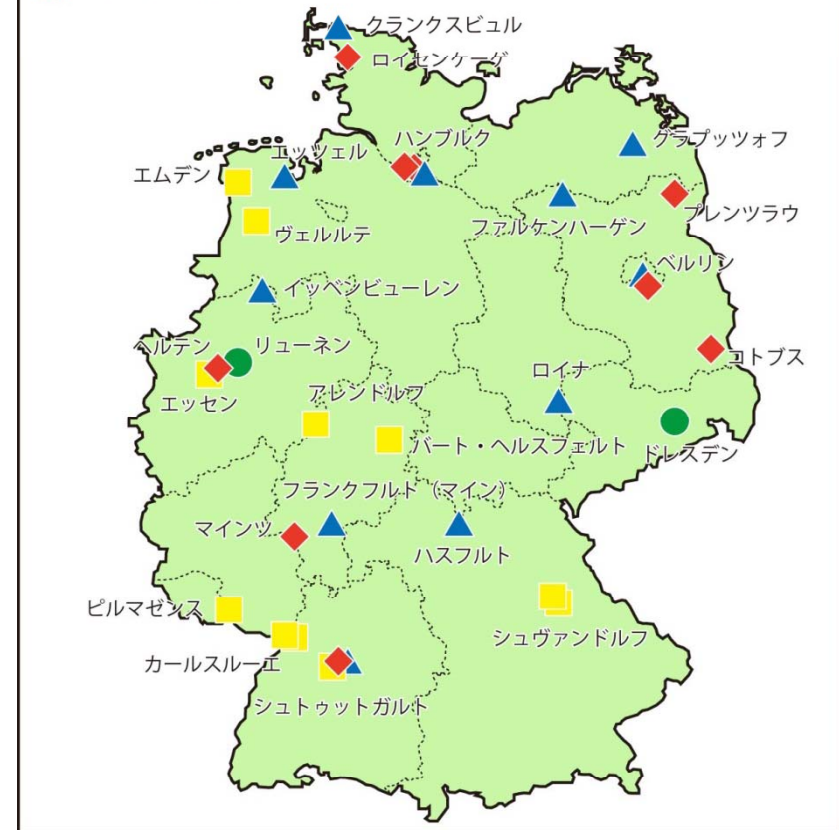


ドイツにおける総発電量・総電力消費量の推移

出典：Insights from Germany's Energiewende, Agora Energiewende (2015.11)を元に作成

ドイツの Power to Gas 計画

- ▲ 天然ガスグリッドへの水素注入
- ◆ その他の水素利用
- メタン化及びメタン注入プロジェクト
- 化合物への変換



ドイツにおけるP2Gプロジェクト実施事例

出典：Hydrogen in North-Rhine Westphalia, EnergieAgentur.NRW(2015.11)を元に作成

視察結果の概要

【水素・燃料電池の導入】

- 水素・燃料電池分野における国際的な競争力・技術開発力の強化を、産業界と協力してより効率的に実施するため **NIP(水素・燃料電池技術革新プログラム)** を2006年に作成。
- NIPでは官民の連携及びリスク分担を行い、2007年からの10年間で合計14億ユーロを水素・燃料電池の研究開発、実証事業等に充て、早期市場形成を目指す。
- 連邦全体の研究開発の総合調整、NIPのファンド運用のため、ドイツ政府100%出資会社(NOW:水素・燃料電池機構)を2008年に設立。



NIP(水素・燃料電池技術革新プログラム) 概念図

視察先の概要・視察状況

連邦交通・デジタルインフラ省(BMVI)

【視察先の概要】

- ドイツの交通・通信等のインフラ整備を統括する政府機関であり、公共交通、輸送、経済成長の支援、環境保全、燃料・エネルギーの安定確保等を扱う。
- ドイツ政府は、交通部門におけるエネルギー消費量を1990年比で2020年までに10%、2050年までに40%低減するという目標を掲げており、この目標を達成すべく各種法整備を検討している。
- 目標達成のためには、電気モビリティが鍵を握ると考え、自動車・配送トラック・公共交通の分野の電氣化を目指している。

【視察の目的】

- ドイツ政府(特に交通分野)のエネルギー目標、水素エネルギー導入に向けた情報の把握。



視察の様子



(左)Dominik Schmalen 氏、(右)Dominik Borowski 氏

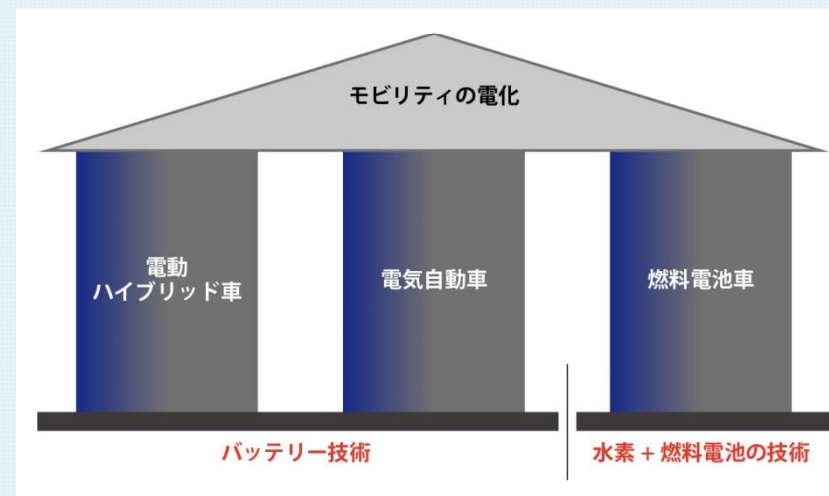
【調査結果の要点】

1. 交通分野における政策目標

- 2020年までに100万台の電気自動車の普及を目標としている。
- 目標達成のために、電動ハイブリッド車、電気自動車、燃料電池自動車の技術開発に注力している。

2. 具体的な政策

- NPE(電気自動車国家プラットフォーム)において20億ユーロの投資と法的枠組みを整備。
- 電気モビリティ法(2015年)の施行により電気自動車への優遇措置(専用駐車エリア、標識、走行レーン等)を制定。
- 公共交通分野では燃料電池バスの実証事業をハンブルグ、シュツットガルト等で実施。



自動車分野での電気モビリティ形成のための3つの柱



電気自動車の優遇措置



・指定ナンバープレート
(末尾に“E”)

- ・無料駐車スペースの提供
- ・バス等の専用レーン通行許可等

出典：いずれもElectric Mobility in Germany, Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (2015.11)を元に作成

【視察先の概要】

- NRW(ノルライン・ヴェストファーレン)州のエネルギー全般に関わる行政機関。
- 連邦環境省の管轄機関であり、企業のエネルギー技術の振興に努めている。
- 州内のエネルギーに関わる各種研究、技術開発、実証、市場開発、民間企業に対するコンサルタント業務提供、人材の育成等を行っている。
- エネルギー関連企業・団体等によるクラスター形成のマネジメントも担う。

【視察の目的】

- NRW州における再生可能エネルギー(風力・太陽光発電)及び水素エネルギーの導入状況・課題等の情報把握。



視察の様子

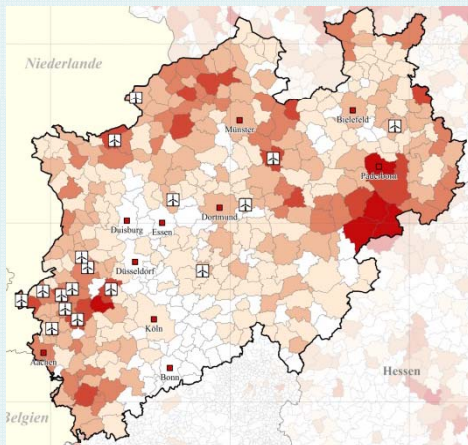


視察の様子(燃料電池自動車)

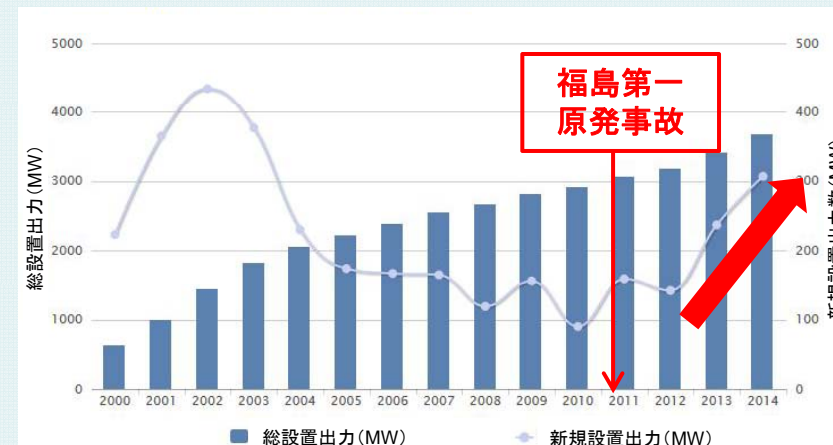
【調査結果の要点】

1. NRW州における風力発電の状況

- NRW州の風力賦存量は大きく、福島第一原発事故の影響もあり、近年、**風力発電設備設置数が増加傾向**。2015年6月時点で風力発電機設置数3,060基、総出力数は3,770MW。
- 州内には風力発電に関わる多様な産学連携ネットワークが形成され、風力発電振興に大きな影響を与えており、風力発電に関わる州内の雇用者は16,500人程度。
- 住民の受容性を高めることが課題であり、住民からは、**騒音、景観、生物多様性保護等に関する苦情**がある。対策として、**住民によるファンド(住民主導型ウインドパーク)形成・運営、住民への様々な情報展開のためのイベント実施**などが考えられる。



NRW州の風力発電所設置箇所



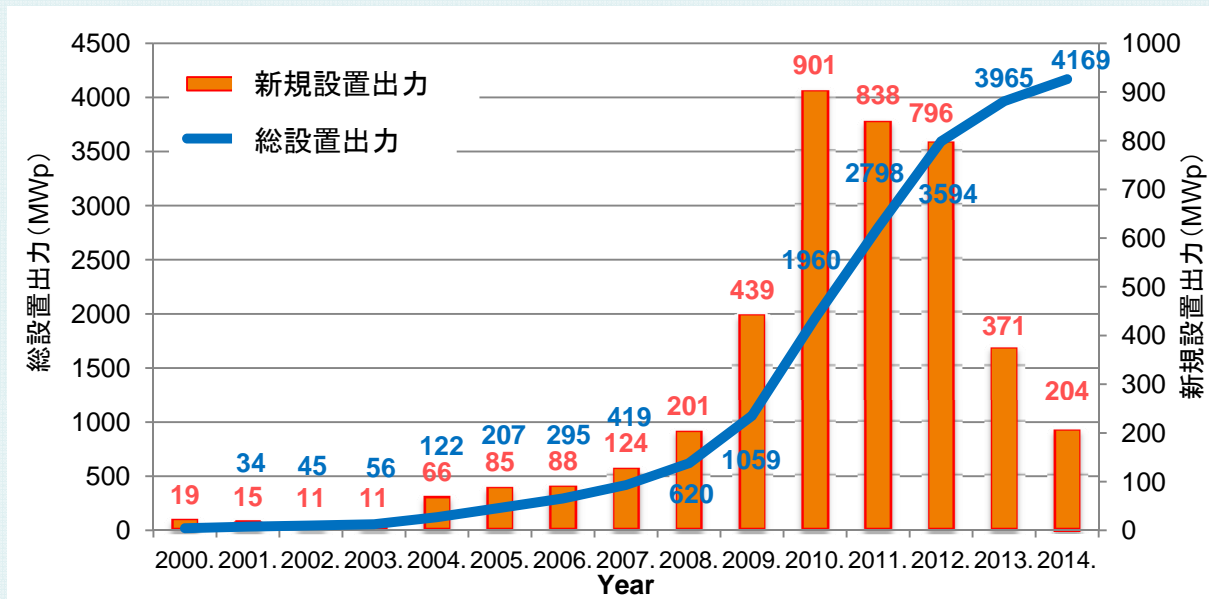
NRW州における風力発電所の設置出力総数及び新規設置出力の推移

出典：いずれもWind Energy Utilization in the Region North Rhine-Westphalia – an overview of the situation, EnergieAgentur.NRW(2015.11)を元に作成

【調査結果の要点】

2. NRW州における太陽光発電の状況

- 2012年までは急激な設置数の増加があったが、2012年に再生可能エネルギー法が改正され、FITによる買取価格が大幅に下落し、新規設置容量は減少。
- 設備の設置コストも大きく低下しており、個人宅向けでは1988年から約9割減の1,000ユーロ/kWp(但し、地上設置型発電システム本体)程度。
- 現在は、太陽光を電気自動車、蓄電技術、コージェネレーション等と組み合わせて使用するプロジェクトを検討中。



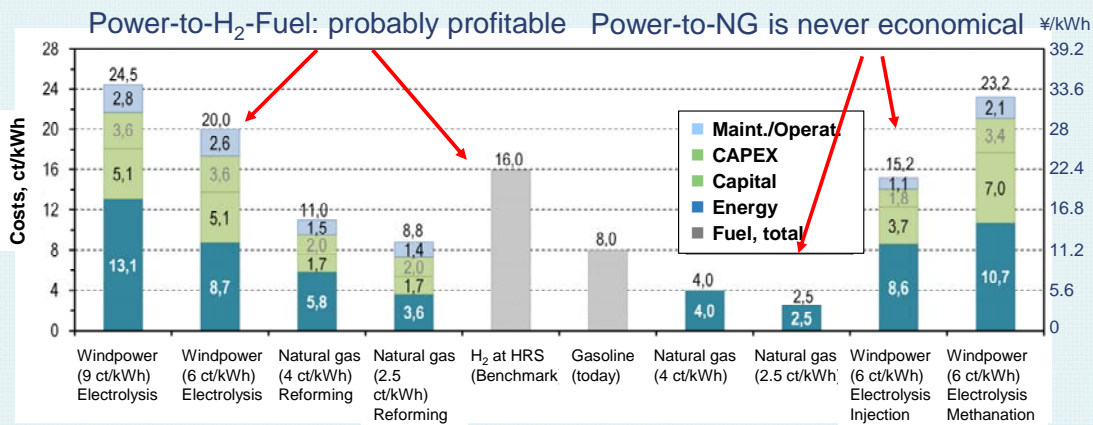
NRW州における太陽光発電設備の設置推移

出典：PHOTOVOLTAIC IN THE ENERGY REGION NRW, EnergieAgentur.NRW(2015.11)を元に作成

【調査結果の要点】

3. NRW州における水素・燃料電池の状況

- NRW州では化学産業が盛んであるため水素需要が多い。また、ガス輸送のためのパイプライン網が整備されている。
- 州内の再生可能エネルギー由来の水素製造量は年間11,000tであり、今後増大の予定。
- 岩塩採掘所があり、水素貯蔵に使用**するというプロジェクトが進行中。
- 天然ガスに比べて再エネ由来水素の価格は高いため、**天然ガスパイプラインを利用した場合の水素利用は採算性が低く**、当面は**ガソリンの代替として促進**される見込み。今後、特に風力発電コストの低下に伴い、水素製造コストも低下し、採算性が出てくる見通し。
- 水素の活用方法として、シュタットベルケと連携した**風力由来の燃料電池バス**やアルストム社製の**水素燃料を使用した牽引用列車**の導入計画等がある。



Power to Gas の経済性比較

Source: Research Centre Juelich

出典：いずれもHydrogen in North-Rhine Westphalia, EnergieAgentur.NRW(2015.11)を元に作成



アルストム社製の水素燃料で走行する牽引用列車

シュタットベルケ・デュッセルドルフ

【視察先の概要】

- 「シュタットベルケ」とは、19世紀後半以降、水道・交通・ガス供給、電力事業(発電・配電・電力小売)など、個人・民間では手当てできない自治体のインフラ整備・運営を行うために発達してきた公的な事業体であり、現在ドイツ国内に900以上の組織が存在する。
- 契約顧客(市民・企業等)への電力・天然ガス・飲料水の提供を行う他、スマートメーターの設置、地域熱供給、エネルギーコンサルティング、電気自動車事業、発電事業、バイオガス事業も手掛ける。
- デュッセルドルフ市が25%の株を所有し、拒否権を持つため、市の意向が無い場合は自由な決定ができない仕組みとなっている。

【視察の目的】

- エネルギーシフトに関する情報の収集



視察の様子



視察の様子

シュタットベルケ・デュッセルドルフ

【調査結果の要点】

- ドイツでは天然ガスが安価であるため、再エネ由来水素やメタンによるP2Gでは現状では経済性を見いだせない。そのため、P2G以外の利用手段も考える必要がある。
- 送電網整備の一番の課題は住民理解を得ること。南ドイツでは景観保護の観点から地中埋設型の架線が望まれているが、陸上架線と比べ、コストは4～8倍に増大する。
- その他の対策としては分散型エネルギーシステムの導入が考えられる。
- 家屋の省エネ化は持続可能なエネルギー供給の観点から非常に重要。ドイツではエネルギーに関する建築規制が年々厳しくなり、エネルギー自立を確立した新築住宅や、自給自足を可能とする既存建築物の改修事例が増えている。
- 新居建築にはエネルギー機器に関する高度な知識が必要となるが、小さな設置業者では対応できない。このため、施工業者に対する教育環境の整備が必要であるが、現状では2050年の政府目標を達成するために必要な人材は充足していない。
- 家屋のエネルギー需要を詳細に把握するための基礎データの収集が重要となり、シュタットベルケでは、独自調査の他、行政・民間企業との連携を通してこれらの情報を所持している。

ご清聴ありがとうございました。