第６０次(平成２７年度)海外電設視察団報告書

～イタリア・フランスの水素活用プロジェクトの実情について～

目　　次

ページ

はじめに ……1

Ⅰ．行程・団編成・訪問国の概要
　１．行　程 ……2
　２．団編成 ……3
　３．訪問国の概要 ……4

Ⅱ．マルゲーラ市港湾地区「ハイドロジェン・パーク」視察 ……5
　１）ENEL 社（電力会社） ……6
　２）VIZIANELLO 社（造船会社） ……10

Ⅲ．ミラノ国際博覧会（EXPO Milano 2015）の視察 ……13

Ⅳ．MYRTE ＜電力網に統合するための再生可能水素ミッション＞視察……18

まとめ ……22

一般社団法人 日本電設工業協会
Japan Electrical Construction Association
2015年12月 3日

はじめに

(一社)日本電設工業協会は、平成 27 年 10 月 7 日（水）から 10 月 16 日（金）までの 10 日間、イタリア、フランスに第 60 次海外電設視察団を派遣した。

当協会の海外窓口である経営企画委員会・国際交流専門委員会において、実施計画等の準備が進められ、平成 27 年 6 月から参加者の募集を開始し、7 月 31 日に募集を締め切った。最終的には、当協会の江川健太郎 副会長（運営委員長）を団長とする総勢 21 名の視察団となった。

我が国のエネルギーをめぐる環境は、東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電所事故を契機として大きく変化している。

経済産業省の「長期エネルギー需給見通し（平成 27 年 7 月）」によると、2030 年度に向けて、徹底した省エネルギー（節電）の推進、再生可能エネルギーの最大限の導入、火力発電の効率化等を進めつつ、原発依存度を可能な限り低減することが基本方針となっており、安全性、安定供給、経済効率性及び環境適合を同時達成するためには、バランスの取れた電源構成にしていく取組みが不可欠である。

また、電力システム改革を始めとした国内の制度改革の進展、北米からの LNG 調達など国際的なエネルギー供給構造の変化等、電力・エネルギーを取り巻く環境変化を的確に捉えていくことも必要であり、その一環として、BEMS・HEMS を活用したエネルギーマネジメントの徹底や、家庭用燃料電池（エネファーム）や燃料電池自動車といった水素関連技術の活用が推進されている。

水素の利活用が拡大すると、大幅な省エネルギー、エネルギーセキュリティの向上、環境負荷低減に大きく貢献できる可能性があり、利用用途によっては「非常時対応」の観点からも有益である。

2014 年 12 月に、世界初の燃料電池自動車「ミライ（トヨタ自動車）」が発売されたのは記憶に新しい。また、業務用・産業用燃料電池については、店舗、病院、ビル、工場などでの利用を目指して、耐久性や信頼性向上等に向けて技術開発が進められており、市場規模は 2025 年に世界で 5 兆円に拡大するとの試算もある。

本報告書は、このように、水素が将来の二次エネルギーとして中心的役割を担うことが期待されていることから、水素活用に関する技術開発や導入支援策が積極的に講じられている欧州（イタリア及びフランス）の「水素活用プロジェクト」の実状を視察し、その結果を取りまとめたものである。

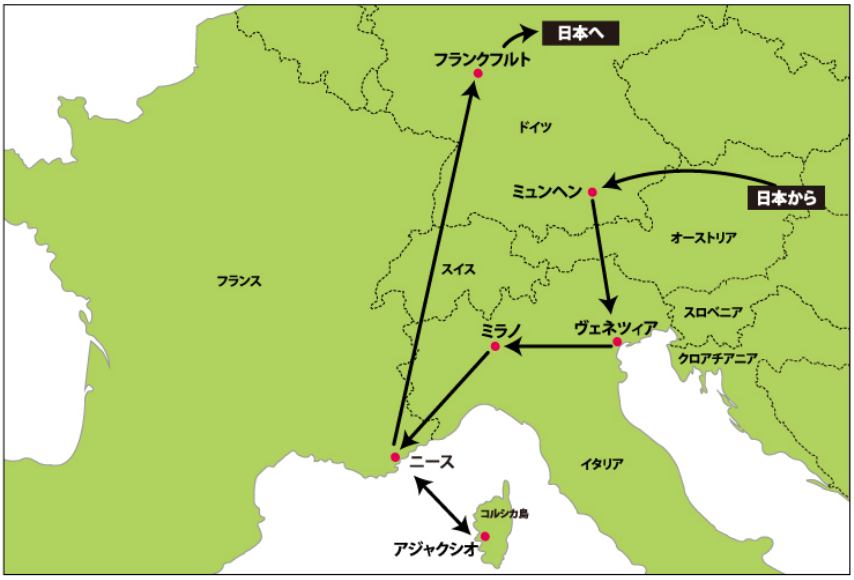
本報告書が、我が国における電力の安定供給に向けた課題解決、また、電力システム改革の方向性を見据えた電気設備業界の新しいビジネスモデルのあり方を検討していく上での一助となれば幸いである。

Ⅰ．行程・団編成・訪問国の概要

1．行程

月　日	滞在、移動	視察先
10 月 7 日 (水)	東京(羽田) 発→ ミュンヘン →ヴェネツィア	
10 月 8 日 (木)	ヴェネツィア滞在	・マルゲーラ市港湾地区 「ハイドロジェン・パーク」
10 月 9 日 (金)	ヴェネツィア→ミラノ	
10 月 10 日 (土)	ミラノ滞在	・ミラノ国際博覧会
10 月 11 日 (日)	ミラノ→ニース	
10 月 12 日 (月)	ニース→ コルシカ島（アジャクシオ）	
10 月 13 日 (火)	アジャクシオ滞在	・MYRTE「太陽光発電余剰電力利用施設」
10 月 14 日 (水)	アジャクシオ→ニース	
10 月 15 日 (木)	ニース→フランクフルト	
10 月 16 日 (金)	東京(羽田)着	

［ルートマップ］



２．団編成

氏　名	所属会社	会社役職等
団長　江川健太郎	日本電設工業㈱	取締役会長 （電設協　副会長・運営委員長）

〔取材・報告書作成班〕（☆は班長）

◎第１班（マルゲーラ市港湾地区「ハイドロジェン・パーク」）

☆　伊坪　輝雄	㈱関電工	環境エネルギー発電事業部 O&M チーム課長
石川　直樹	㈱ミライト	執行役員 社会インフラ営業本部副本部長
鬼嶋　雄三	扶桑電機㈱	常務取締役
笹本　　卓	㈱八洲電業社	工務部工務第一課課長
白川　尚樹	㈱白川電機製作所	代表取締役社長
中村　利恵	品川商工㈱	代表取締役社長
水野　　賢	㈱トーエネック	営業本部エコソリューション部課長

◎第２班（ミラノ国際博覧会）

☆　溝手　貴光	八千代電設工業㈱	電設事業部電気第 1 課長
礒　　敏三	八千代電設工業㈱	東京支店副支店長
近藤　一彦	㈱イートラスト	代表取締役会長
伏木　忠了	北電力設備工事㈱	代表取締役会長
松岡　　徹	旭電業㈱	代表取締役社長
山口　紘平	因幡電機産業㈱	電設東日本事業部第 1 営業部営業 1 課長

◎第３班（MYRTE　太陽光発電余剰電力利用施設）

☆　田島　耕一	栗原工業㈱	技術統括部常任顧問
國津　一洋	高柳電設工業㈱	代表取締役社長
齋藤　　衛	大坪電気㈱	常務取締役
野上　精一	㈱九電工	技術本部付部長
東出　光司	川北電気工業㈱	理事
山口　　裕	㈱電成社	代表取締役社長

◎事務局

池内　眞一	(一社)日本電設工業協会	専務理事

３．訪問国の概要

	イタリア	フランス	日　本
面　　積	30.1 万 km² （第 69 位）	63.3 万 km² （第 43 位）	37.8 万 km² （第 62 位）
人　　口	6,080 万人 (2014 年、23 位)	6,632 万人 (2015 年、20 位)	1 億 2,688 万人 (2015 年、10 位)
人口密度	203 人/km²	115 人/km²	337 人/km²
首　　都	ローマ	パリ	東京都
主要言語	イタリア語	フランス語	日本語
政体・議会	共和制、二院制	共和制、両院制（国民議会、元老院）	立憲君主制・二院制
主要産業	機械、繊維・衣料、自動車、鉄鋼	化学、機械、食品、繊維、航空、原子力等	製造業、IT 産業、エネルギー産業
宗　　教	キリスト教（カトリック）80%	キリスト教（カトリック）が主	神道、仏教が主
月別平均気温	ローマ（1 月）　3.7℃～ (8 月) 28.7℃	パリ（1 月）　2.5℃～ (7 月) 25.2℃	東京　（1 月）　5.2℃～ (8 月) 26.4℃
電　　圧	220V 50Hz	220V 50Hz	100V 50 Hz・60 Hz
通　　貨	ユーロ	ユーロ	円
	（1 ユーロ＝132 円）11/17 現在		
GDP ［2014 年］	2 兆 1,477 億ドル （第 8 位）	2 兆 8,337 億ドル （第 6 位）	4 兆 6,024 億ドル （第 3 位）
経済成長率 （実質） 〔2014 年〕	▲0.43%	0.18%	▲0.1%

Ⅱ．マルゲーラ市港湾地区「ハイドロジェン・パーク」視察

日　時	2015 年 10 月 8 日（木）9:00～13:00
場　所	イタリア　ヴェネト州マルゲーラ市港湾地区
対応者	Mario Damiani (Hydrogen Park ディレクター) Tonti Piergiorgio(Enel 責任者) エンリコ氏（説明者）　他 1 名 Moreno Vizianello (Vizianello 責任者)

（1）背景と概要

発電時に CO2 を排出しない水素は、低炭素社会の実現においてクリーンなエネルギーとして発電し、また、燃料電池等エネルギー源として様々な形での活用が期待される。イタリアでは、水素を活用した実証プロジェクトを実施しており、ハイドロジェン・パークはそのひとつである。

古都ヴェネツィアの隣町にあるハイドロジェン・パークは、かつては非常に活気のあった石油化学産業集積地であり、汚染された町としての汚名もあったマルゲーラ市をクリーンな水素産業集積地として復活させるプロジェクトである。2003 年にヴェネト州産業連盟によって、ヴェネト州と環境省の支援を得て組合が設立され、マルゲーラ市の石油化学産業から副次生産物として生産される年約 4,500～5,000 トンの水素を利用した「水素集積地 - ハイドロジェン･パーク」をマルゲーラ港湾エリアに創出させることを目的とした。

今回の視察においては、ハイドロジェン・パーク内の 2 社を訪問した。1 社目はイタリア「大手電力会社 ENEL 社」で、フジーナ地区の既設石炭火力発電所内に建設・運営された水素発電所にて、施設見学、実証期間の建設・運営での問題点の説明を受けた。２社目は、水上交通が盛んなヴェネツィアにおいて、環境問題をコンセプトに燃料電池船の導入を計画する「造船会社 VIZIANELLO 社」である。

①ENEL 社
②VIZIANELLO 社

【写真１　ハイドロジェン・パーク MAP】

（２）プレゼンテーション・視察

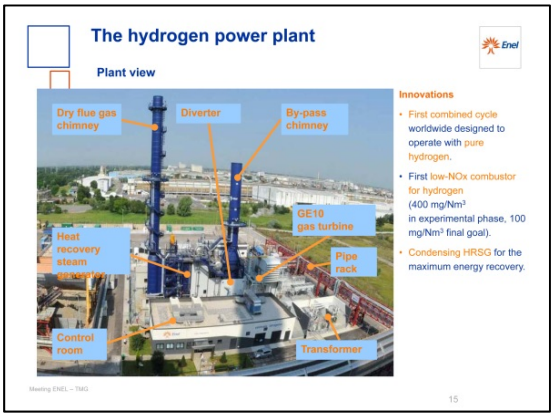
１）ENEL 社（電力会社）

ENEL 社はイタリア最大手の電力会社であり、現在、スペイン、アメリカ等世界各国で事業展開する多国籍企業である。太陽光・風力発電の再生可能エネルギーの発電、研究部門も有している。ハイドロジェン・パークに於ける ENEL 社の役割は、フジーナ地区の既設石炭火力発電所（汽力発電）に於いて 12MW の発電能力を持つ実験的設備を建設し、隣接するマルゲーラの工業地帯から副産物として精製される SYN ガス（水素を含んだ混合ガス）を水素発電に再利用するため 4km のパイプラインにより運び水素発電に関する実証実験を行うことであった。

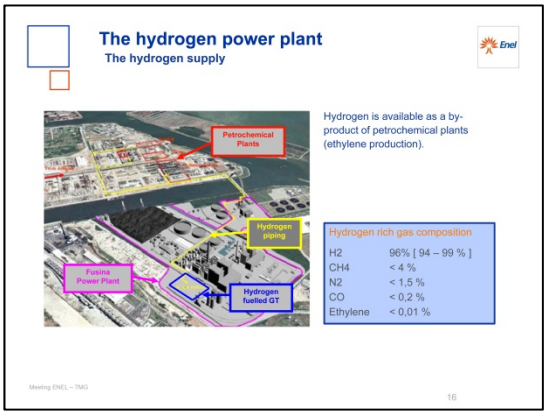
【写真２　ENEL 社 外観】

①水素発電所施設概要

施設概要	水素発電所 フジーナ地区石炭火力発電所に併設（ゴミ発電も併設されている）
発電能力	約 12MW
発電方式	水素ガスタービン方式
燃料等	SYN ガス（水素を含む混合ガス）とメタンガスを配合 SYN ガスは石油化学コンビナートより 4km のパイプラインにて供給
発電効率	31.4%
その他	パイプライン素材（スチールカーボン）
	NOx 排出量が 200mg/m3 で EU 環境基準を超過 水蒸気を配合することにより排出量低減の研究を実施



【写真３　水素発電所概要図】



【写真４　水素供給概略図】

②ロードマップ（設計～建設～運転・運営）

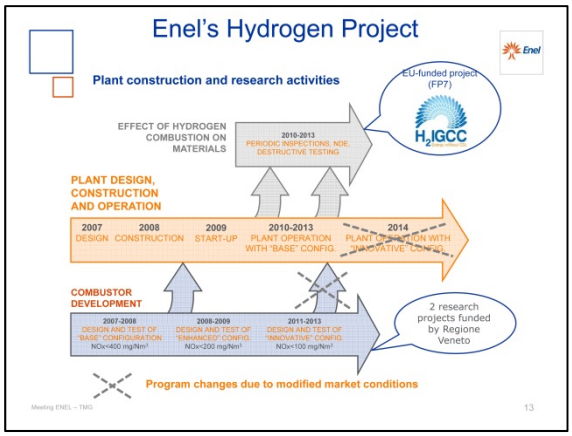
2007 年　プロジェクト開始（設計：建設と運用開始後の運営まで）

2009 年　実験開始（2009 年建設、2010 年～2013 年まで運営）

2010 年　稼働開始

2013 年　実験終了

2008 年リーマンショック以降の景気低迷によりマルゲーラ工業地帯に於ける生産活動が不活発となったため、十分な SYN ガスが供給されなくなり運転を停止し現在に至る。



【写真 5　水素発電プロジェクトのロードマップ】

③実証テーマとその結果

この実験的施設にはいくつかの実証テーマがあり、そのひとつが従来のガスタービンで水素をそのまま燃やせるかであった。実証に際し、燃料として SYN ガスとメタンガス（別途購入）を混合させ燃焼実験を実施した。

【実証テーマ】

・NOx 排出量を基準値以下に抑制した水素ガスタービン燃焼器の開発と実証
　（目標値は NOx　<　100mg/m3　：ヨーロッパ基準は 200mg/m3）

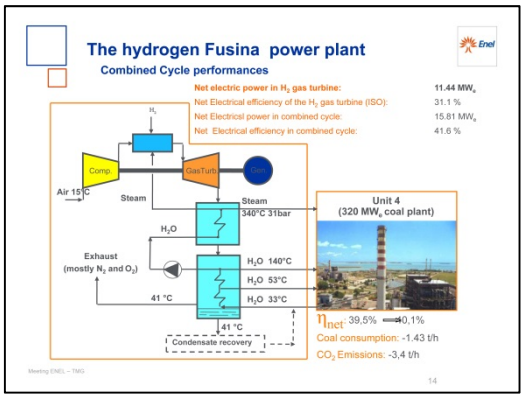
・水素燃焼による高温ガスを流路材への影響を調査
　（特に、燃焼器部品とタービンブレードにフォーカスする）

・水素発電所の運営のノウハウ習得

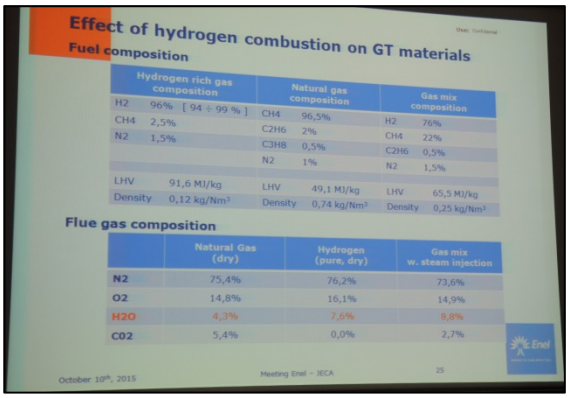
この実験の一番重要なテーマは、水素ガスタービンの開発であり、シミューレーションを行った上で GE 社にこの発電所向けに特注タービンを発注、導入した。その結果、2013 年までの実証運転で 5,000 時間の運転、工業規模での商用運転の可能性を証明できたという。ヒアリングはできていないが、GE 設計と実証結果の発電効率等差異には興味がある。燃料のメタンガスは水素発電所エリアの外で 80bar の気圧で貯蔵、水素発電所エリアで気圧を 10bar に下げて SYN ガスの混合、燃焼させている。

また、設備面への影響については、内部のブレードや隔壁等への問題点はなく、タービンの断熱材が剥がれる事象発生したが運転には問題がなかったという。しかし、大きな問題となったのが、水素燃焼時に発生する NOx の排出量の多さにあった。例えば、水素の方がメタンよりも多くの NOx を発生する、純粋な水素を使った場合 NOx の発生は 3 倍になる等の説明があった。NOx 発生量低減については、別の実験施設で行っており、水素ガス、メタンガスの配合量の調整、水蒸気の注入量の調整を行うことで、工業サイズの水素発電所として NOx<400mg/m3 まで低減することができたとのことである。

（ENEL 社ピサの試験場では、研究レベルに於いて NOx<50mg/m3 まで実現できたとのこと。）ENEL 社として、水素発電の実証を進めて行く中で、水素とメタンを配合した工業サイズのガスタービン発電は問題ないことが証明できたが、工業サイズでは NOx の発生量が問題となるため今後も NOx 排出量を抑えられるガス配合を研究していくとのことである。



【写真 6　発電所全体の発電所システム構成図】



【写真 7　燃焼ガス成分表】

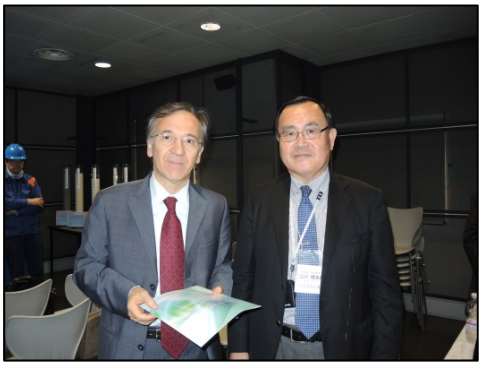
【写真 8　水素ガス混合ガスタービン】

【写真 9　発電所内での説明】

また、この発電所はコンバインドサイクルとしているが、水素発電側で発生する排熱を回収し汽力発電側の蒸気タービンに回すことで発電所全体としてコンバインドサイクルを実現していた。

④質疑応答

Q）開発の目的は研究なのか、商用なのか？ A）研究（実験）である。 工業地帯自体が落ち込んでいた。水素に着目しその再利用が目的である。
Q）ヴェネト州からの補助金でプロジェクトがスタートしたが水素発電は商用での稼働は可能か？ A）商用利用は可能である。経済状況が改善すれば発電を再開したい。
Q）本施設の再稼働は可能か？ A）可能である。そのために内部に窒素を充填してある。 経済が回復し、水素ガスが供給されればいつでも再稼働可能である。
Q）設備投資の回収は何年を想定しているか？ A）10 年
Q）発電効率が 31.5%と火力発電（約 40~50%）に対して低いが商用稼働を目的とした場合にネックとなりうる事項は何か？ A）燃料となる水素のコストである。 水素ガスを精製する方法として、メタンガスがあるが直接燃やせばよいので水素ガスを取り出す意味がない。石炭から水素ガスを作る技術もあるがコスト高で断念した。
Q）水素発電に取組む理由は CO2 削減か？ A）CO2 削減は重要視していない。副産物の水素の再利用である。 環境問題としては NOx 発生量の削減である。
Q）イタリア全体での CO2 削減目標はどれくらいか？ A）CO2 削減目標はクリアしている。再生可能エネルギーの発電割合は 25~30%ある。 イタリアは CO2 よりも、特に北部地方は自動車の排ガス（NOx）が問題である。



【写真 10　江川団長と ENEL 社の Tonti Piergiorgio 氏】

【写真 11　ENEL 社での集合写真】

2）VIZIANELLO 社（造船会社）

ヴェネツィアには自動車で入れないため水上タクシーやヴァポレットと呼ばれる路線バス的な水上バスなどの船が重要かつ唯一の交通手段である。

VIZIANELLO 社は環境にやさしい船を作ることをコンセプトにヴェネツィア市営交通会社、ALILAGUNA 社(ヴェネツィアの街と空港をつなぐ船を運航する会社)をパートナーに環境対応の船の製作、実証を行っている。

【写真 12　後方の建物が VIZIANELLO 社】

（VIZIANELLO 社は 1968 年､現代表の父の代からこのヴェネツィアで船を造ることを家業としてきた。エンジン、モータ等は他社からの供給）

これまでの船は、ディーゼルエンジン（または、ガソリンエンジン）と運河内を運行するためだけの小さな電動エンジンであった｡VIZIANELLO 社は 2010 年にハイブリット船（呼称：スコッサ、動力：ガソリンエンジンとバッテリー（リチウム電池）＋電動モータ）を 1 隻で実証、2013 年ハイブリット船を 2 隻で実証し日々改良を続けているとのことである。

現在は、ハイドロジェン・パークの協力のもと水素燃料電池対応の船（呼称：エピック）を開発、実証中である。また、水上バス等を運行するには様々な条件がありその一部を以下に記載する。

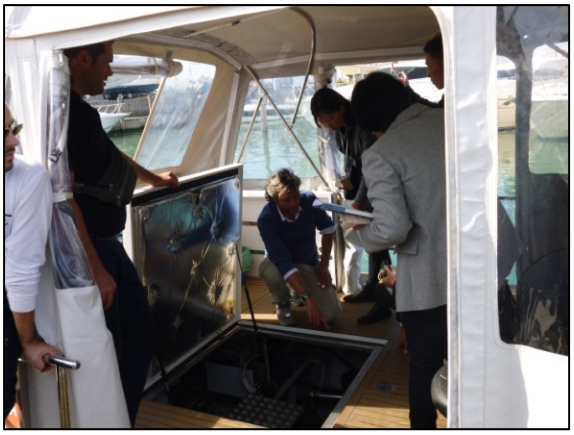
①特徴・適用条件

・決まったルートを運行（50 分間）
・操作の容易さ、正確性、安全性（警察等緊急船舶、手漕ぎ船（ゴンドラ）の回避等）
・バッテリー駆動通常 8kW（制限速度 5km/h）で十分、しかし、緊急時（危険回避のための急停止や急旋回等）は 180kW の電力が必要なるバッテリー容量を用意する必要がある。

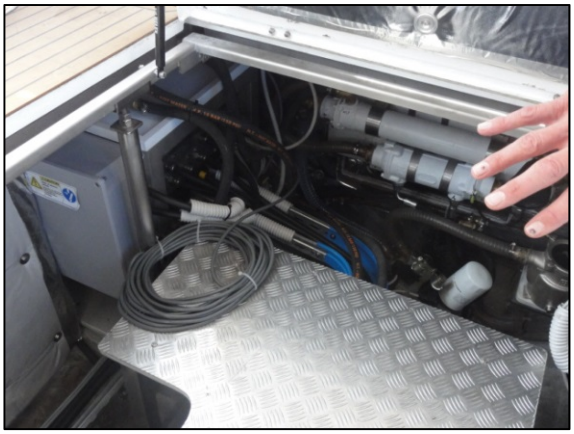
②水素燃料電池の問題点

・安全性
・燃料電池・水素タンク設置スペース
・水素供給

ハイブリット船、燃料電池船開発のために補助金は受けておらず、パートナーである ALILAGUNA 社と共同開発をし、実証中のハイブリッド船のデータをもとにこれらの条件や問題点をクリアにしながら開発、実証中である。今後は船舶のリモートコントロールも検討しているとのことである。



【写真 13　船内での説明】



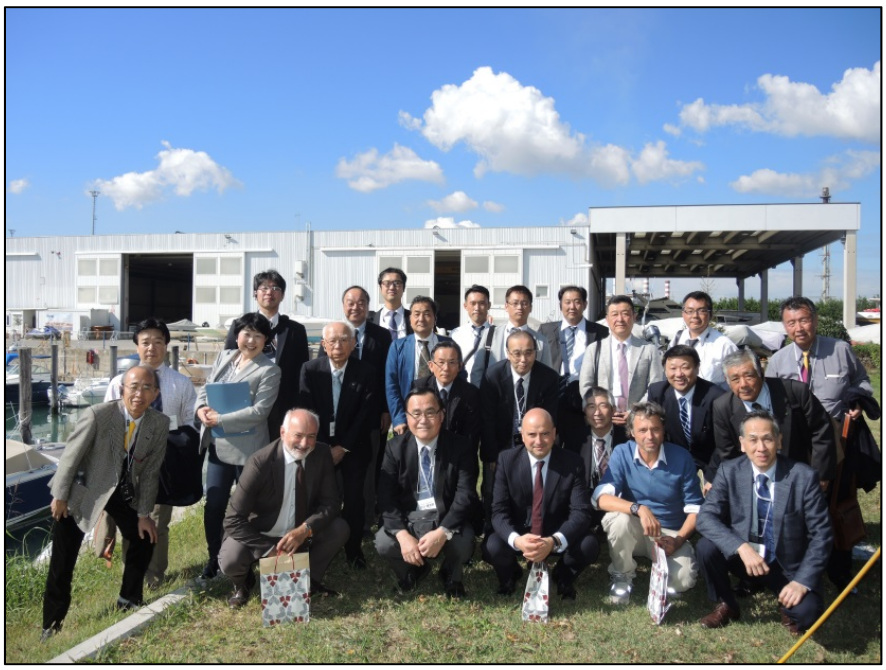
【写真 14　ハイブリットエンジンの設置外観】

③質疑応答

Q）ヴェネツィアの中に水素ステーションは何か所ぐらいあるのか？ A）現在はない。（現在水素は 200km 離れた場所（マントバ）からボンベで供給） 今後燃料電池船が普及すればハイドロジェン・パークで水素供給を考えている。 また、ヨーロッパ全体としては、高速道路上他各地に、再生可能エネルギーを使った水素ステーションの計画がある。イタリアでは現在ボルツアーノという町で、水素ステーションがあり、水素バスが 5 台稼働中である。
Q）自動車と同じく、ブレーキ起動時にバッテリーに充電できる機能はあるのか？ A）船にはブレーキ自体が無いため充電はできない。波の抵抗を受けて推進力の抵抗をもとに発電ができる仕組みも考えたが難しい。
Q）燃料電池設置スペースは十分なのか？ A）燃料電池自体はハイブリット船と同じスペースで十分である。しかし、水素ボンベの設置スペースが問題である。
Q）燃料電池船は燃料電池だけか、それともバッテリーは搭載するのか？ A）燃料電池だけでも可能であるが、非常用としてバッテリー搭載で計画している。

【写真 15　船に乗り込むところ】

【写真 16　視察後の懇親風景】



【写真 17　VIZIANELLO 社での集合写真】

（３）一般的所感

2008 年以降イタリア経済が停滞しており、電力需要については現在の発電所で賄えている。日本では CO2 削減が大きなテーマとなり、太陽光などの再生可能エネルギーが導入され、同様に水素発電もクリーンなエネルギーとして注目されている。しかし、水素発電は水素燃焼時に発生する NOx 排出問題がある。ハイドロジェン・パークは、水素専燃のガスタービンの開発から始まったが、水素燃焼時の NOx 排出量を低減のため、メタンと SYN ガスの混合ガスを採用、さらに、水蒸気を注入し NOx を低減した。水素発電ではどのような方式を適用するにしても、水素ガスの特性（燃料発熱量、燃焼速度、断熱火炎温度、火炎可視性、NOx 排出特性、水素脆化等）を踏まえた、安定的な燃焼方法、NOx 等の排出量の制御方法等の技術的な課題をクリアにしていく必要がある。

日本においては、水素関連の複数のプロジェクトが報道されている。例えば、川崎市、民間企業などが進める「川崎市臨海部における水素ネットワーク」構築の商用ベース水素発電に重なる部分が多い。ハイドロジェン・パークにおいては、2008 年以降の経済低迷などの影響により、石油化学コンビナートから排出される水素ガスが発電に足りうるだけの供給がされないことにより停止している。このことからも水素発電には燃料となる水素の安価で、継続的な供給を確保することが重要なカギとなる。

また、造船会社の燃料電池船の開発は、日本で言えば、トヨタ自動車が開発した“ミライ”に重なるところがある。CO2 を排出しない、環境問題を考慮した製品開発が重要になるであろう。

◎参考文献、URL

NEDO 海外レポート No.1015, 2008.1.23

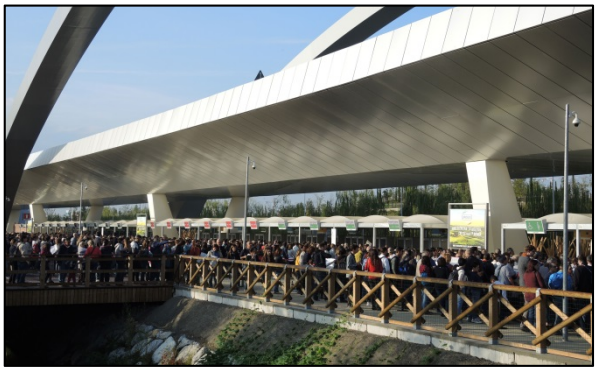
www.nedo.go.jp/content/100105285.pdf

Ⅲ．ミラノ国際博覧会（EXPO Milano 2015）の視察

日　時	2015 年 10 月 10 日　9 時 00 分～12 時 00 分
場　所	イタリア・ミラノ郊外

（1）概要

ミラノ国際博覧会は、2015 年 5 月 1 日から 10 月 31 日の 184 日間にかけてイタリアのミラノで開催された。ミラノでの開催は 109 年ぶりである。会場全体の面積は約 110ha で、東京ドーム約 24 個分の広さである。参加国は約 148 カ国、累計来場者数は 2,150 万人を上回った。日本館の来場者数だけでも 228 万人に上る来場者があった。



【写真 18　ミラノ国際博覧会入場口】

【写真 19　ミラノ国際博覧会 会場全体見取図】

（2）日本館の建築

日本館の壁面には、日本の伝統的木造建築に培われた知識と先端技術の融合により実現した「立体木格子」を採用し、木材には東日本大震災の被災県である岩手県のカラマツを使用している。釘がほとんど使用していないので粘り強く耐震性に優れた構造である。

2 階建て構造で 1 階は展示ゾーン、2 階はレストランとイベント広場で構成されている。

日本館は、博覧会国際事務局（BIE）が主催するパビリオンプライズで、自然と技術の「調和」が評価され、10 月 30 日の授賞式で「金賞（展示デザイン部門）」を受賞した。日本館の「金賞」受賞は初めてであった。

【写真 20　日本館外観風景】

【写真 21　日本館ライトアップイメージ】

【写真 22　日本館全景イメージ】

【写真 23　日本館デクマーノ側からのイメージ】

【写真 24　日本館エントランスイメージ】

（３）日本館展示内容

博覧会全体のテーマは、「Feeding The Planet, Energy For Life　－地球に食料を、生命にエネルギーを－」であり、食に関するテーマがメインであった。日本館では、「Harmonious Diversity －共存する多様性－」というテーマを基に、加工技術、食生活の展示を中心に構成されていた。

【展示の構成】

①自然と寄り添い、多様な恵みを育む日本の食の産地

壁に設置されたハーフミラーの無限反射による幻想的な空間と最新のプロジェクトマッピング技術により日本の四季折々の農村風景を演出されていた。

【写真 25　農村風景】

②日本の農と食、食文化の多様性、さらなる広がり

室内に入りあらかじめインストールしておいたスマートフォンの日本館アプリを起動させると自分のエリアが青く発光。興味ある画像にタッチすると、その画像が体験者の目の前に移動しスマートフォンに取り込まれる。

【写真 26　ダイバーシティの滝 風景】

③日本の食の知識や技を幅広く紹介

フォトジェニックなショーケース型の展示で2013 年にユネスコ無形文化遺産に登録された「和食」の理解を深められる展示となっている。

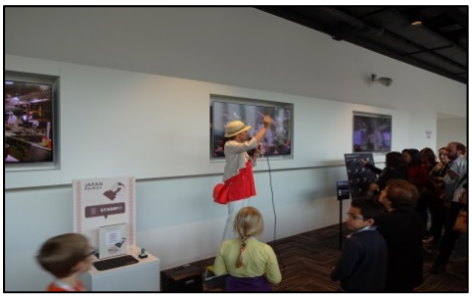
【写真 27　展示風景】

④メインショー「LIVE PERFORMANCE THEATER」

箸を使ってタッチパネルを操作し来館者の好みの季節や食材に合ったメニューが映し出される演出のほか、モニター上の色とりどりの美しい京懐石、ユニークなパフォーマーによる参加型のショーが行われた。

（メインショー前には箸の使い方を説明してから入場となっていた。）

【写真 28　メインショー風景】



【写真 29　箸の使い方説明風景】

日本館では、各自治体・団体が 2～5 日毎に順番でイベントを催しており、我々が視察に訪れた日は、山形県ミラノ国際博覧会出展等実行委員会により、「『農業県やまがた』から ヘルシー＆豊穣、幸せな田舎生活の提案」という題目で山形県の PR を行っていた。主な出展内容は舞子による花笠踊り、シェフによる芋煮の調理実演、ふるまい等が成されていた。

【写真 30　記念撮影風景】

（４）レストラン　～日本産食材にこだわった多様な日本食、和牛などが好評～

カジュアルな日本食を取り揃えたフードコート「Japan Star Dining」、京懐石を提供した本格日本食レストラン「美濃吉」があった。

お米、そば、牛肉などの日本食材にこだわった多様なメニューはイタリアの方々に好評であった。

【写真 31　本格日本食レストラン「美濃吉」】

【写真 32　フードコート「Japan Star Dining」】

（５）他国のパビリオン風景

【写真 33　オランダ王国】

【写真 34　イタリア共和国】

【写真 35　チリ共和国】

【写真 36　シンボルタワー（生命の木）】

Ⅳ．MYRTE ＜電力網に統合するための再生可能水素ミッション＞視察

(Misson Hydrogen Renouvelable pour l’in Teregration reseau Electrique)

日　時	2015 年 10 月 13 日(火)　10 時 00 分~11 時 30 分
場　所	フランス　コルシカ島　ヴィニョーラ
対応者	フィリップ・ポジ氏(コルシカ大学教授)、 ファジャネリ・アント氏(研修生)、 ギオム氏(技術者)

（１）はじめに

コルシカ島はイタリアの西に位置し、面積は 8,680km² (広島県と同程度)、人口約 30.2 万人で山岳地帯が大半を占める。皇帝ナポレオン･ボナパルトの出身地として有名である。特産品はワイン、栗で造られたピエトラというビール、チーズのほか、ブタ薫製品、栗の粉の菓子類などが有名である。

我々の視察する施設はコルシカ島の最大都市アジャクシオの近くのヴィニョーラという町にあり､山の丘陵地帯に静かに建っていた。バスで到着すると、ポジ教授が笑顔で迎えてくれた。

江川団長の挨拶の後､施設を案内して頂き、説明を受け質問回答の時間があった。
以下、視察した結果を報告する。

【写真 37　MYRTE の前にて】

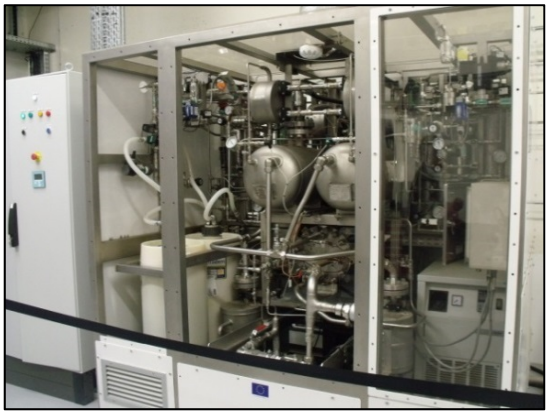
（２）概要

太陽光発電と水素貯蔵技術を組み合わせて太陽光発電の変動する電力を平準化してスムーズに電力系統に連携するためのプロジェクトである。再生可能エネルギー由来の不安定な電力を系統網に 30%以上流すことを目標にしている。この施設は 2009 年から建設が始まり 2012 年 1 月 9 日より運用が始まった。実際の研究は 2006 年から別の場所で始まっている。

主体はコルシカ大学であり、他のパートナーと協議して研究プログラムを作成し、プロジェクトの指揮および連絡調整を行う。他のパートナーはフランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)とアレバグループである。アレバグループは資金面で協力するとともに水素循環システムの技術面の協力者でもある。また、資金面では、ヨーロッパ全体、コルシカ島、フランス政府が援助しており総額は約 15 億円である。総事業費の約 80%にあたる。このような実験施設は EU でもここにしかない。

施設には 560kW(最大出力 500kW)の太陽光発電パネル(写真 38)が設置されて、その電力を使って 50kW の電気分解装置(写真 39)で水を水素と酸素に分解し、各々をガスの状態でタンク(写真 40)に貯めておく。1 時間の燃料電池を活動させるのに 8 時間電気分解装置を稼働させなければならない。ストックされている水素は約 20 時間継続して電気を送ることのできる量である。1 万 5,000V の電力系統網と連系しており、太陽光発電の電力が足りない時は 100kW の燃料電池(写真 41)に水素と酸素を供給して発電する。太陽光発電と燃料電池の発電で、電力を予測電力に自動的に平準化させる。電気分解と燃料電池の発電時の排熱は、60~70 度の温水として回収されタンクに貯められ、暖房冷房用に使われる。

【写真 38　太陽光発電パネル】



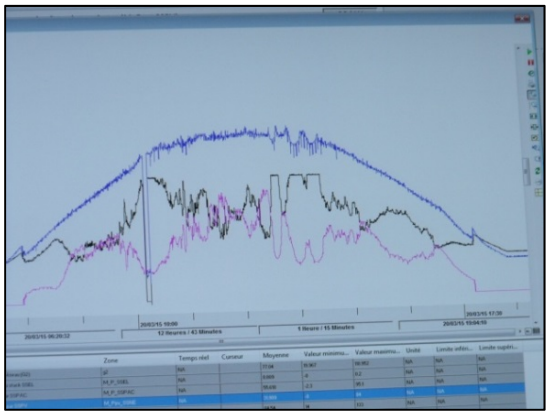
【写真 39　50kW 水電気分解装置】

【写真 40　水素･酸素タンク】

【写真 41　100kW 燃料電池】

コルシカ島に電力を供給しているフランス電力会社に前日に翌日の太陽光発電と燃料電池での電力供給の予測データを提供する。予測電力は、天気予報や過去の実績などから太陽光発電の出力を予想し、水電気分解装置と燃料電池を使って平準化した供給電力である。

写真 42 は 2015 年 3 月 20 日、日食のあった日の電力供給曲線で、赤が太陽光発電電力、黒が燃料電池からの電力、青が供給電力となっており、太陽光発電の電力が乱れているにも関わらず、ほぼ予測通りとなっている。平準化の実証は計画通りに進んで最初の目標は達成している。現在施設は増設中である。(写真 43) 実ビジネスへの展開のため、今後さらに平準化プロセスを改良していく予定である。



【写真 42　3 月 20 日の電力供給曲線】

【写真 43 増設中の施設】

（３）質疑応答

施設に関する質問は多数あったが概要に記載したほうがよいものは概要に記載した。それ以外で施設に対する主な質問と回答は下記のとおりである。

Q）フランスでは水素の燃焼タービン発電機の研究はしているか？ A）フランスではしていない。
Q）温水の温度が 60~70 度では比較的温度が低いので活用がしにくいのでは？ A）残念ながら工場に送れるような温度になっていなく、家庭用に送れる温度である。温度を上げる研究をしている。
Q）燃料電池の発電で出来た水は酸性とかアルカリ性にならないのか？ A）電気分解装置に戻す前にフィルターに通すので問題ない。
Q）太陽光で発電した電気をすべて水素と酸素に変えているのか？ A）すべてではなく、貯蔵タンクのストックの量で変わる。
Q）規模が大きくなった時、貯蔵タンクは並列なのか、それとも、大きいものを一つ置くのか？ A）一つでなく同じ容量のものを複数置く。
Q）日本では電力需要の低い深夜に電気料金が安くなる制度があるが、フランスではそのような制度はあるか？ A）ない。1 日 24 時間同じ料金である。
Q）日本では昨年 6 月に 2040 年までの燃料電池戦略ロードマップが発表されたが、フランスで MYRTE の研究を基にしたロードマップがあるか？ A）そこまで長期ではないが、2030 年までを予測して、ある程度計画を立てているロードマップはある。

（４）コルシカ大学について

コルシカ大学に関する質問が多くでたが、その回答を以下にまとめた。

コルシカ大学は学生数 4,500 人で技術系と文科系のある総合大学で、学生はフランス全土や外国からの留学生である。

現在、沖縄の琉球大学と研究の提携をする計画があり、研修生のアント氏が派遣される予定である。研究は、システム全体ではなく、貯蔵装置のみとか一つの研究テーマを一緒に研究することになる。日本政府から琉球大学に援助金がでる予定で、現在結果待ちである。研究が始まれば、MYRTE の研究結果を提供する。

沖縄もコルシカ島も小さな島という類似性があり、この計画は琉球大学を良く知っているポジ教授の友人から紹介されて始まったとのことである。

（５）一般的所感

2 年前に日本の建築関係の企業が視察に訪れて以来、日本からの視察は 2 回目ということであった。建物は木造平屋造りでデザイン的にも素晴らしい。

オランド大統領も視察に訪れており、その記念写真が燃料電池の部屋に飾ってあった。ポジ教授から我々の記念写真も「送ってもらえばフランス大統領の写真を除けて飾りましょう。」と冗談を言って頂いた。また、MYRTE とポジ教授のフェィスブックに掲載してくれるということであった。我々も沖縄にはおいしい泡盛という酒があることや東京オリンピックには是非お越しください(招待ではないですがという冗談とともに)との申し出に、いつかは是非行きたいという返事であった。団長の終わりの挨拶の後、集合写真(写真 44)を撮り、和気あいあいとした雰囲気のもと、感謝のうちに視察を終えた。

【写真 44　MYRTE にて集合写真】

まとめ

今回は、ヨーロッパにおける再生エネルギー、特に水素を活用した発電や電力貯蔵、動力などへの取り組みを調査、視察した。

イタリアのヴェネツィア、フランスのコルシカ島･アジャクシオを訪問し、それぞれの取り組みについて大変熱心かつ誠実に対応していただいた。暖かい雰囲気で迎えていただいた視察先の皆様には心から感謝申し上げたい。

個々の技術については、率直に言って日本の方が進んでいる部分もあると思ったが、地域固有の問題の解決を目指す取り組みや周囲の環境との調和を図りながら進める研究環境など、独自性があり印象深いものであった。

また、見学したミラノ国際博覧会は大変な賑わいで、皆で入場した日本館はビジュアルが素晴らしく大変な人気だった。幸い我々は特別入場できたが、最大待ち時間が８時間というのには驚いた。

私個人は、業務の都合もあって久しぶりの長期海外旅行となった。英語圏であれば表示などの助けもあってかなり理解できるのだが、今回はイタリア、フランスということで言葉や表示などに不安があったが、訪問先の心のこもった応対、通訳の方の丁寧な翻訳に助けられ、さらに団員の多くの方が海外旅行に経験が深かったこと、そして添乗員の方が明るく積極的に対応してくれたことなどによって、ほとんど不便も無く安心して過ごすことができた。なお、持参した携帯電話の万歩計では、移動日を除いて連日一万歩を大きく越えており、団体･個人行動合わせて、ともかくよく歩いた。

行程を振り返ると、全体的にほぼ予定通り進めることができた。一部でハプニングもあったが、今となっては良い思い出となっている。後半で雨に祟られたこともあったが、概ね天候にも恵まれた。また、帰路で数名の方が体調を崩され心配したが、ほとんどの方が帰国後に早期に快復したと聞いて安心した。

最後に、今回の視察団では年齢、業種、担当業務など幅広い多くの方に参加いただいたこと、さらに女性の参加もいただいたことが特徴だが、何より嬉しかったのは、団員の皆様のご協力と皆様に楽しい雰囲気を盛り上げていただいたことである。団長としては何もしていないが、あらためて感謝申し上げたい。

それぞれの方が、今後とも色々なところでお会いすると思うが、この思い出とご縁をいつまでも大切にしていただきたいと思う。団員の皆様の益々のご活躍、ご発展をお祈りする。

団長　江川健太郎

以上