



水素先進地-京阪神地域視察見学会 3月7,8日

ふくい水素エネルギー協議会が主催する視察見学会を設立以来初めて開催しました。3月7日、大型バスで福井駅前を出発し、北陸自動車道、名神高速道路を經由して、神戸・元町南京町雅苑酒家本店にて昼食後（図1）、見学先の川崎重工業との待ち合わせ場所、神戸空港内の待合室に向かいました。途中の神戸空港連絡橋神戸スカイブリッジ通行時に、川崎重工業の「液化水素運搬船 すいそふろんていあ」が我々を迎えてくれました（図2）。

神戸空港の待合室にて川崎重工業担当者から、会社の事業、とくに水素ガスタービンと水素サプライチェーン構築について説明を受けた後（図3）、空港島の液化水素受け入れ基地（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」の水素ターミナル）の見学に向かいました。幸運にも「すいそふろんていあ」が液化水素荷役実証ターミナル「Hy touch神戸」に

接岸しており、「フレキシブルホース式ローディングアームシステム」が船と地上施設に接続されていました（図4）。液体水素の荷役作業を迅速に行うために「鋼管型ローディングアームシステム」が新設されたとの情報がありました。当日は、保守点検作業のために取り外されて

いました。このような「すいそふろんていあ」と「真空二重殻構造の液化水素貯蔵タンク」を背景にして記念撮影しました（図5）。「すいそふろんていあ」は、日本と豪州の共同事業として、豪州の褐炭を原料とした水素を日本に輸送する「未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業」における実証船として建造されています。「すいそふろんていあ」の水素容器の体積は1,250 m³ですが、160,000 m³と100倍以上の液体水素を輸送可能な新型船の開発が行われているとのことでした。

空港島からバスで神戸市ポートアイランドの神戸CGS（Co-Generation System）スマートコミュニティ発電実証施設に移動して、川崎重工業担当者から水素CGS実証設備の説明を受けました。NEDO事業として1.1 MWの水素ガスタービン発電機（図6）が設置され、電力供給のみでなく、2.8 MWの熱をスポーツセンターと神戸市民病院に供給しているようです。この設備では水素とLNGの0～100%の混焼、専焼が可能で、貴重な実証施設ですが、運転には高額な水素を大量に必要とするために、稼働できる時間は限られるようです。



図1 神戸・元町南京町雅苑酒家本店にて昼食



図2 川崎重工業建造の「液化水素運搬船 すいそふろんていあ」



図4 フレキシブルホース式ローディングアームシステム



図3 神戸空港での川崎重工業の事業説明



フレキシブルホース式ローディングアームシステム

真空二重殻構造の液化水素貯蔵タンク



図5 「すいそふろんていあ」を背景にした記念写真

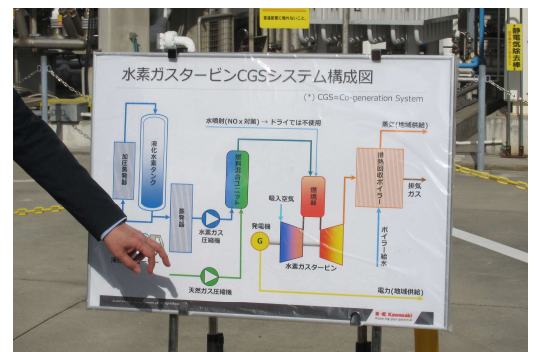


図6 神戸CGSスマートコミュニティ発電実証施設の川崎重工業製水素ガスタービン発電機(左)、液化水素タンク(中)、説明パネル(右)



図7 神戸海洋博物館とカワサキワールドの入口看板

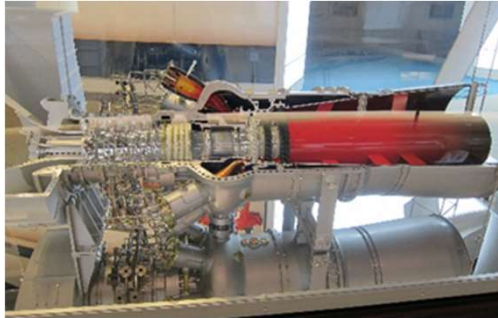
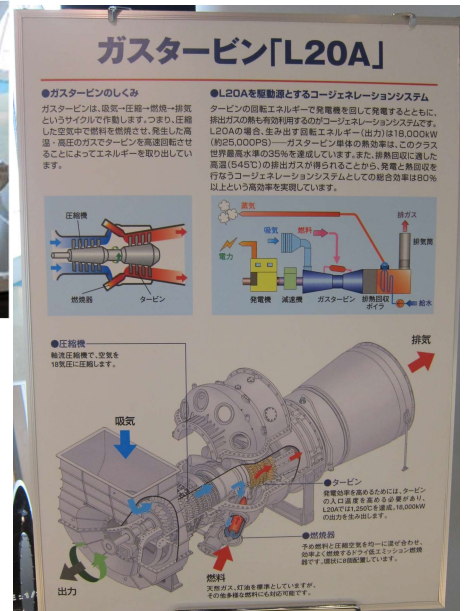


図8 川崎重工業が開発したガスタービンの模型(上)と、説明パネル(右)



神戸市中央区波止場町の神戸ポートタワー近くまでバスで移動し、神戸海洋博物館とカワサキワールドを見学しました(図7)。神戸海洋博物館では、神戸の街と海上輸送の歴史が分かり易く展示されていました。カワサキワールドでは、川崎重工業の創業時から現在に至るまで1世紀以上に渡る主要な製品が展示されていました。川崎重工業が、バイク、鉄道車両、船舶、飛行機、ヘリコプターなどの輸送機器の開発・製造に特徴を有することが良く理解できました。ガスタービンの開発研究に豊富な実績があり、これが図6に示した水素ガスタービン発電機(図8)に繋がったと感じました。

視察見学会1日目は、西村屋和味旬彩での夕食で終わりました(図9)。

2日目は、神戸市のホテルから尼崎市の岩谷産業中央研究所・水素技術研究所にバスで移動しました。まず所内で、担当者から岩谷産業の水素事業や研究所の組織などの説明を受けた後(図10)、併設のイワタニ水素ステーション尼崎を見学しました。圧縮機にドイツ・リンデ社製の小型水素圧縮機が用いられていることが特徴とのお話でした。見学時に、クラウンFCEVの水素充填が行われていました(図11)。MIRAIよりも少し大きく、後部座席の乗降が容易になっていました。大幅な販売台数の増加が期待されます。



図9 西村屋和味旬彩での夕食会

研究所1階の液化水素実験室と超高压水素実験室を見学しました。-253℃の液体水素での浸漬試験、-253℃⇄室温の熱サイクル試験、高压ガス雰囲気での低ひずみ速度引張試験(SSRT試験)が可能ようです。技術展示コーナーで、トキコシステムソリューションと開発した水素ディスペンサー(図12)を見学するとともに、いくつかの研究技術成果について説明を受けました(図13)。



図10 岩谷産業での担当者による水素事業などの説明



図11 イワタニ水素ステーション尼崎とクラウンFCEV



図12 岩谷産業がトキコシステムソリューションと開発した水素ディスペンサー

2日目の昼食は懐石料理 徳 住之江本店でした(図14)。美味しく満腹になりました。

昼食の後、大阪シティバス住之江営業所に移動しました。路線バスとして運行されている燃料電池バス(SORA)に乗車するためです。2022年3月、三菱UFJ銀行の支援を受けて大阪シティバスが導入し、住之江営業所の管轄で運用されており(図15)、JA難波駅まで約40分乗車しました。内装は通常の路線バスと同じと感じました(図16)。視察研修に利用した大型バスに比べて静かど、全員の感想でした。住之江営業所の近くの岩谷水素ステーション大阪住之江で水素充填が行われていると推測されますが、中規模水素ステーションであり、水素供給能力に問題が無いのか、興味があります。



燃料電池スタック
切断模型

高圧水素タンク切
断模型



図13 技術展示コーナーでの研究技術成果の説明



図14 懐石料理 徳 住之江本店での昼食



図15 大阪シティバス住之江営業所での燃料電池バス(SORA)への乗車

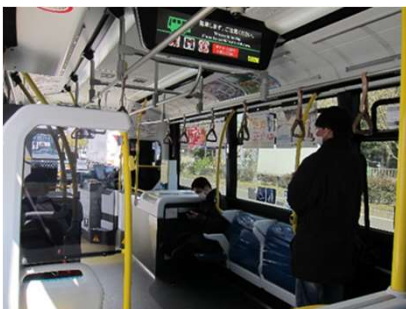


図16 大阪シティバスの燃料電池バスの車内

JR難波駅から、バスで大阪市大正区の日立造船 築港工場に移動しました。まず日立造船におけるカーボンニュートラル社会に向けた取り組みが担当者から説明を受けました(図17)。築港工場は以前から研究開発と新事業・製品開発の拠点となっており、最近、脱炭素化事業本部が設立されたようです。オンサイト型の固体高分子形水電解水素発生装置「ハイドロスプリング」(図18)では、水素発生(製造)速度(Nm³/h)が1~200以上の種々の性能に対応できるとともに、機器類がコンテナに内蔵された屋外仕様であり、現場での設置が容易であるとの特徴を有します。触媒を利用して、水素(H₂)と二酸化炭素(CO₂)を高温で反応させて、メタン(CH₄)を合成する反応(メタネーション)が注目されています。このデモプラント(図19)が設置され、実証試験が行われていました。高純度のメタンを高効率で製造できることが確かめられており、都市ガスとしての利用が検討されています。水電解とメタネーションの研究施設としてPtG SQUAREが設置されており、この建物を背にして記念撮影しました(図20)。

充実した京阪神での視察研修後、福井に帰りました。途中、事故による北陸道の通行止めがありました。予定時刻から15分遅れたのみで福井駅に到着しました。



図17 日立造船におけるカーボンニュートラル社会に向けた取り組みの説明



図18 オンサイト型水電解水素発生装置「ハイドロスプリング」



図20 日立造船 PtG SQUAREを背にして記念撮影



図19 H₂とCO₂を高温で反応させて、CH₄を合成するメタネーション装置

水素キャリア — 液体水素、MCH（メチルシクロヘキサン）、アンモニア

環境に優しいエネルギーとして水素が注目され、水素の製造、運搬、利活用が推進されています。水素を効率的に輸送する手段として、次の3種類のキャリアの利用があります：液体水素、MCH（メチルシクロヘキサン）などの有機水素化物、アンモニア。これらの特徴を次に示します。

- (1) 液体水素—プロパンガスは、圧力を大きくして常温（20℃）で約0.8MPaにすれば、液化しますが、水素ガスを高圧にしても液体にはなりません。このような超臨界流体の水素を液体にするためには、-253℃まで冷却する必要があります。液化水素運搬船「すいそふろんていあ」では、低温にし、液化して豪州から水素を運搬しました。液化のためのエネルギーが必要であることと、断熱性能に優れた液体水素容器の製造が難しいことが課題ですが、「すいそふろんていあ」を製造した川崎重工業は、LNG運搬船で培ってきた技術を応用してこれら課題の解決を試みているようです。液化によってガス状態に比べて体積が約1/800になり、体積の減少からすれば、80MPaの高圧ガスの場合と同じになります。なお、燃料電池自動車（トヨタ自動車のMIRAIなど）では70MPaの高圧ガスが利用されており、この場合には1/700です。
- (2) MCH（メチルシクロヘキサン）などの有機水素化物—水素キャリアとして注目されている有機水素化物MCHは、水素をトルエンに結合させた物質で、350～400℃に加熱すると、MCHが分解し、水素が放出されてトルエンに戻ります。このMCHは常温常圧で液体であるとともに、強い毒性、臭い、腐食性もなく、長期貯蔵も可能とされています。ガス状態に比べて約1/600の体積になり、貯蔵性も良いと判断できます。消防法上はガソリンと同じ分類に属し、既存の石油類の流通システムが利用できるのも好都合です。
- (3) アンモニア—アンモニアは、肥料などの原料として大量に使用され、ハーバーボッシュ法による工業的な製造方法が確立されています。沸点は-33℃であり、常温では8.5気圧（0.86MPa）で液化しますので、水素に比べると液化が極めて容易です。水素密度は、液体水素の約1.7倍、MCHの約2.6倍と大きくて、水素キャリアとして良好な水素貯蔵量です。現在、アンモニアは工業的に利用されており、製造、輸送、貯蔵の方法が確立しています。アンモニアそのものを利用する方法と、アンモニアを水素に再変換して利用する方法があります。北陸電力敦賀石炭火力発電所で検討されているアンモニアの混焼は前者の方法の一つです。水素への再変換時のエネルギー損失を減らすことができます。また、水素に再変換することによって、市販されている水素利活用機器を利用できることも大きな特徴です。

日本原子力発電の『2023年度福井公募研究』に関する残念なお知らせ

ふくい水素エネルギー協議会として、「敦賀発電所の100%カーボンニュートラルに向けた方策」の調査研究を日本原子力発電の2023年度福井公募研究に応募しておりました。3月14日に担当者の方が事務局に来られ、審査結果の通知がありました。「残念ながら、、、」とのことでした。内容的については高く評価して頂いたのですが、、、また機会があればチャレンジさせて頂きます。

一般社団法人 ふくい水素エネルギー協議会
〒919-0411 福井県坂井市春江町藤鷲塚37-9
株式会社 ナカテック内 事務局 羽木
TEL : 0776-58-3930 FAX : 0776-51-5144