



# NEWS LETTER

# vol.55

## 東京オリンピック選手村跡地で国内最大級「東京晴海水素ステーション」が営業開始

地下鉄銀座駅から2.5km、JR東京駅から3.3kmの大都市東京の中心、中央区に大きな水素ステーションが3月27日、誕生しました。この場所は東京オリンピックの選手村の跡地で、晴海五丁目西地区第一種市街地再開発事業によって生まれ、いくつかの大きなマンション、小中学校、大規模な2つの公園、ショッピング施設、マルチモビリティステーション（東京都BRT発着場）などが集まる「晴海フラッグ」と呼ばれる地域です（図1）。ここに国内最大級の水素ステーション「東京晴海水素ステーション」ができました（図2）。

「東京晴海水素ステーション」では、都市ガスを原料として製造した水素を燃料電池自動車（MIRAIなど）、燃料電池バス（SORA）に供給するとともに、地下を通るパイプラインでマンションなどに送り、燃料電池で発電し、マンション内の照明やエレベーターの電力として利用されます。パイプラインで水素を居住地域に供給する取り組みは全国で初めてとされています。



図1 「晴海フラッグ」（赤線で囲む場所が東京晴海水素ステーション）  
<https://www.31sumai.com/mfr/X1604/#!/about>

## 「カーボンニュートラル普及啓発シンポジウム」

福井県が主催した“カーボンニュートラル普及啓発シンポジウム”「新しいチャンスをつかむカーボンニュートラル-脱炭素経営で新たな強みを創ろう」が3月25日、13:30~16:10、福井県国際交流会館 多目的ホールにて開催されました。

講演会の前に、カーボンニュートラル推進企業として選ばれた企業などの表彰があり、中村福井県副知事から表彰状が授与されました（図3）。ふくい水素エネルギー協議会の会員企業であるAOIホールディングスはビジョン部門賞を受賞されました。おめでとうございます。

表彰式の後、福井県永平寺町出身でNHKエンタープライズ エグゼクティブ・プロデューサーの堅達京子氏から「脱炭素社会の現状」と題した基調講演がありました（図4）。それぞれができることをまずは行うこと、県や国に対して大きな声を上げること、「教育」が重要なこと、石炭の利用を早急に止めないとG7の国として認められなくなること、アンモニアの混焼は石炭火力の延命になり、これも止めることなどをお話しされました。

その後のパネルディスカッション（図5）では、「福井県で脱炭素化に取り組むには？」をメインテーマとして、各企業などが取り組んでおられることや、福井県の産学官金民の連携でできることなどが話し合われました。「水素」の利活用についても少し話題になりましたが、核心的な話ではありませんでした。福井県での脱炭素の取り組みについてもテーマになりましたが、「原子力」に触れられることなく、総花的な話題提供でした。



図2 「東京晴海水素ステーション」  
<https://newsdig.tbs.co.jp/articles/-/1077730>



図3 カーボンニュートラル推進企業として表彰を受けた企業代表者と中村副知事



図4 NHKエンタープライズ エグゼクティブ・プロデューサー堅達京子氏による「脱炭素社会の現状」の基調講演



図5 パネルディスカッション「福井県で脱炭素化に取り組むには？」

欧州では、LNGのパイプライン網、送電線網、タンクローリーでの水素輸送のための道路網が構築されていますし、再エネの余剰電力もありますので、グリーン水素の製造や輸送が容易です。一方、日本は周囲が海で囲まれ、隣国からのエネルギーの受入が難しく、エネルギー需要に対して再エネ、原子力も十分ではありませんので、遠く離れた海外から水素を輸入する必要があります。この水素が再エネ電力による水電解で製造されたものであれば、電気エネルギーを化学エネルギーに変換して輸入することにもなります。

水素を輸送する方法として、NEWS LETTER VOL. 50でも書きましたように、水素キャリア（液体水素、アンモニア、MCH（メチルシクロヘキサン））を用いる方法があり、水素を輸入する必要がある日本では、コストに大きな影響を及ぼす長距離の輸送、貯蔵のコストを明確にして、水素キャリアを選ぶことが重要になります。福井県での水素の利活用の方法を検討する際にも、水素キャリアのことを熟知しておくことが必要です。

それらを考慮して、3種類の水素キャリア（液体水素、MCH、アンモニア）の性質を改めてまとめてみます。圧力の異なる水素ガス、液体水素、液体アンモニア、MCHのいくつかの物性値を表1に示します。表中の「エンタルピー変化」は、物質から水素を取り出すために必要なエネルギーのことです。この表から、次のことが分かります：(1)水素ガスは、水素含有率100%で利用し易いが、700気圧のような高圧にしても水素密度が液体水素やMCHよりも小さいこと、(2)液体水素は、比較的水素密度が大きく、水素ガスへの転換に必要なエネルギーも小さいが、 $-253^{\circ}\text{C}$ の極低温にまで冷却しないと液化せず、このための大きなエネルギーを必要とすること、(3)液体アンモニアは、沸点が $-33.4^{\circ}\text{C}$ で、液体水素よりは高温であり、水素密度は高圧水素ガスよりは大きく、水素ガスへの転換に必要なエネルギーもMCHよりも小さいこと、(4)MCHは常温で液体であり、水素密度は液体水素や液体アンモニアよりも小さいが、高圧ガスよりも大きいとともに、水素ガスへの転換に必要なエネルギーが大きいこと。これらのように、3種類の水素キャリアにはそれぞれの特徴があり、現状では明確な優劣がありません。また、水素ガスと液体水素は爆発性、強可燃性、強引火性を、液体アンモニアは急性毒性と腐食性を、MCHは引火性と刺激性をそれぞれ持っていますし、MCHを利用する際に生まれるトルエンは劇物で、3種類の水素キャリアともに“安全性”への十分な配慮が必要な物質です。

表1 圧力の異なる水素ガス、液体水素、液体アンモニア、MCHの物性値

		沸点 ( $^{\circ}\text{C}$ )	分子量	水素含有率 (mass%)	水素密度 ( $\text{kg-H}/\text{m}^3$ )	エンタルピー変化 ( $\text{kJ}/\text{mol-H}_2$ )
水素ガス	1気圧	--	2.016	100	0.09	--
	350気圧	--	2.016	100	23	--
	700気圧	--	2.016	100	39	--
液体水素		$-253$	2.016	100	70.8	0.899
液体アンモニア		$-33.4$	17.03	17.8	120	30.6
MCH（メチルシクロヘキサン）		101	98.18	6.16	47	67.5

水素エネルギーを利用した発電の方法として、燃料電池があり、燃料電池自動車やエネファームなどで用いられていますが、水素の消費量はまだまだ少ない状態で、海外からの輸入は必要としていません。水素ガスタービン発電設備、水素バーナー、水素ボイラーの設備が増えて、大量の水素を消費するようになると、日本から遠く離れた再エネ資源豊かな地域からの水素の輸入が不可欠になってきます。

安全に、そして容易に取り扱うことができ、できるだけ効率的に輸送できることが重要です。1気圧の水素ガスは体積あたりのエネルギー（体積エネルギー密度）が小さく、輸送・貯蔵の容易な物質や状態に変えてから輸送する、つまり水素キャリアとして輸送することが効率的です。

**液体水素**の船舶での輸送と大型容器での貯蔵については、川崎重工業が積極的に研究開発していますし、液体水素の製造とタンクローリーなどでの陸上輸送については、岩谷産業が研究開発しています。液体水素を利用した水素エンジン自動車の開発をトヨタ自動車が行っています。これらのように、液体水素の製造、輸送、利用の研究開発が積極的に行われていますが、 $-253^{\circ}\text{C}$ の極低温にまでできるだけ小さなエネルギーで冷却する技術や、断熱効果の優れる容器、液体水素の運搬船の開発が必要です。現状では、 $-253^{\circ}\text{C}$ への冷却、つまり水素の液化に必要なエネルギーは、その水素の有するエネルギーの30%以上にもなりますし、液体水素容器からのボイルオフによる水素量の減少が無視できません。

**液体アンモニア**は、少しの加圧と冷却によって液化し易い特徴があります。アンモニアは水溶液（アンモニア水）として、あるいは硫酸などの窒素肥料の原料などとして工業的に多く用いられており、輸送方法と貯蔵方法については確立されています。また、水素ガスと窒素ガスを反応させてアンモニアを大量に製造する方法（ハーバー・ボッシュ法）も確立されています。さらに、アンモニア専焼・混焼のガスタービン、アンモニア混焼の石炭火力発電所も開発されています。しかし、アンモニアを水素キャリアとして利用するためには、アンモニアを分解して水素を取り出す効率的な方法を開発する必要があります。この脱水素に必要なエネルギーは、水素が有するエネルギーの約13%にもなります。

**MCH**は、トルエンに水素を反応させて製造します。この反応によって、1気圧の水素ガスに比べて500倍の体積エネルギー密度の液体に変えることができます。水素はMCHから容易に取り出すことができ、これによって生成するトルエンは、再びMCH製造の原料として利用できます。MCHとトルエンはガソリンと同じ分類であり、ガソリン用の輸送インフラを使用できますが、MCHの水素密度が小さいこと、MCHに加えてトルエンの貯蔵用インフラも必要となること、MCHから水素を取り出すために大きなエネルギーを必要とすることが短所になります。現状では、水素を取り出すために、MCHが運べる水素エネルギーの約30%が必要です。