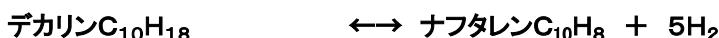
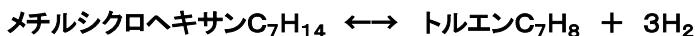


有機ハイドライドを利用した水素貯蔵・供給方法

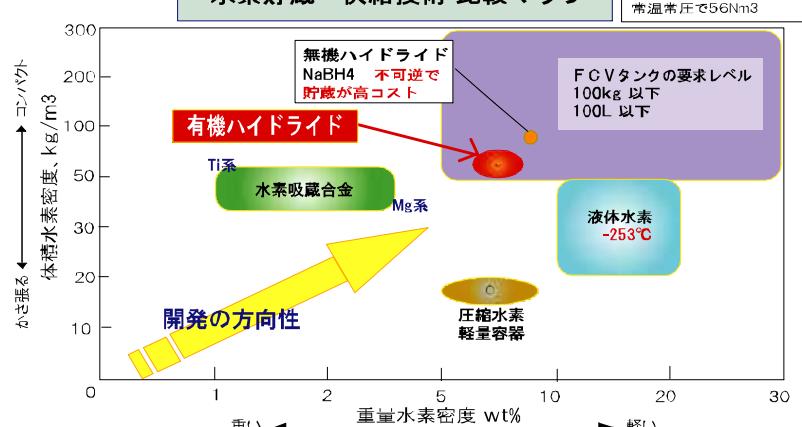
有機ハイドライドとは芳香族化合物の水素化物であり、触媒反応により水素を貯蔵したり取り出したりすることができます。



有機ハイドライドの特徴

- 常温常圧で液体状態
- 高い水素含有率
- ガソリンや灯油と同じ分類
- 既存の石油貯蔵施設・運搬手段がそのまま利用可能
- 反応が可逆である
- 副反応生成物が原則的にない

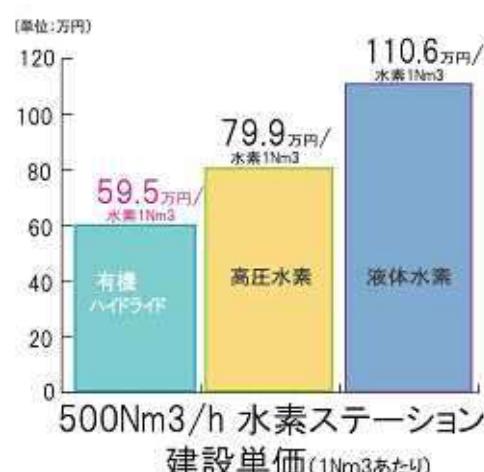
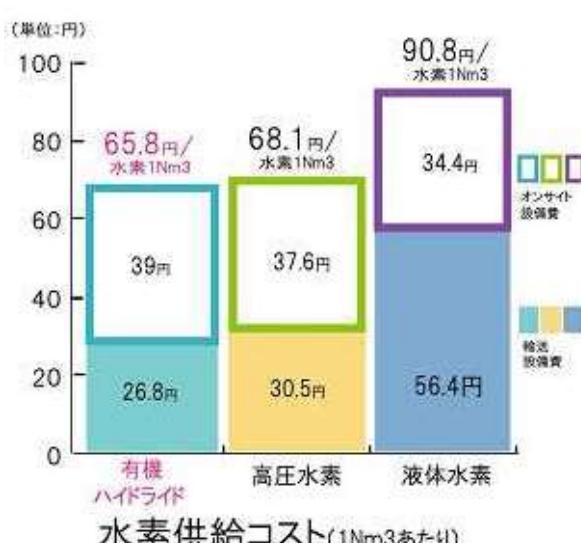
水素貯蔵・供給技術 比較マップ



他水素貯蔵方式とのエネルギー効率、コスト比較

製油所の副生水素（純度97%）、
12ton/日を50km輸送した際の
高圧水素、液体水素とのコスト比較

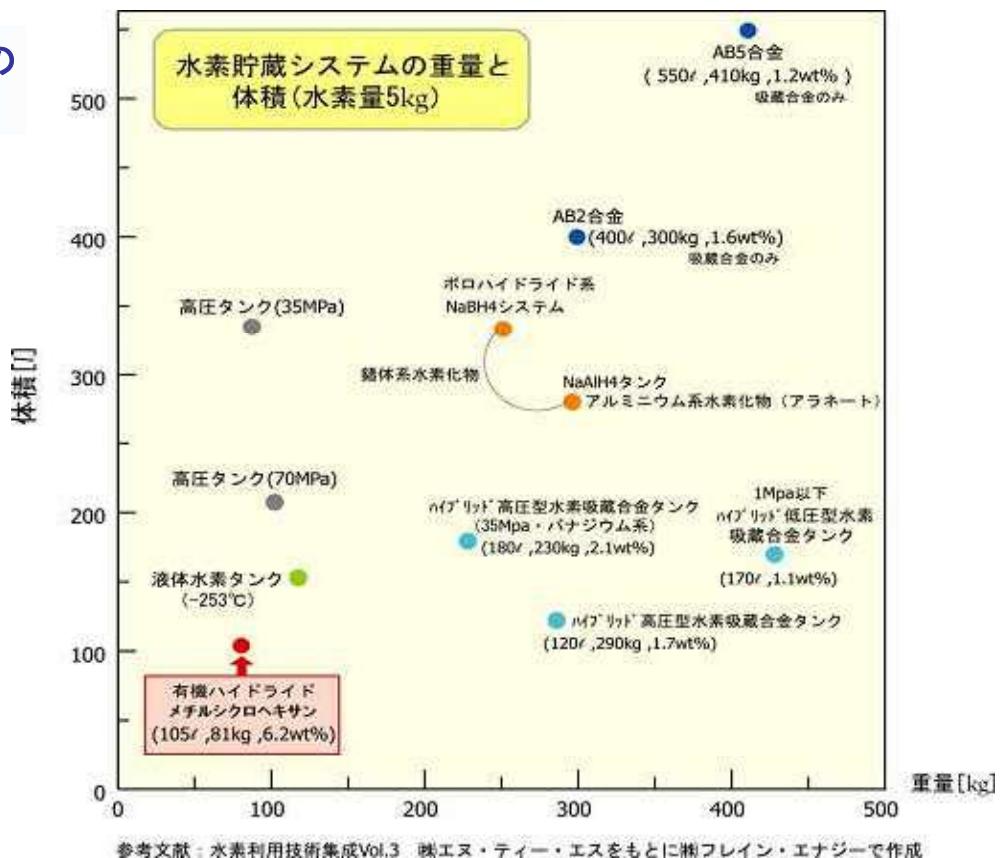
注：本資料は(財)エネルギー総合工学研究所「水素供給価格シナリオ分析等に関する研究(NEDO委託)」2007年をもとに(株)フレイン・エナジーで作成



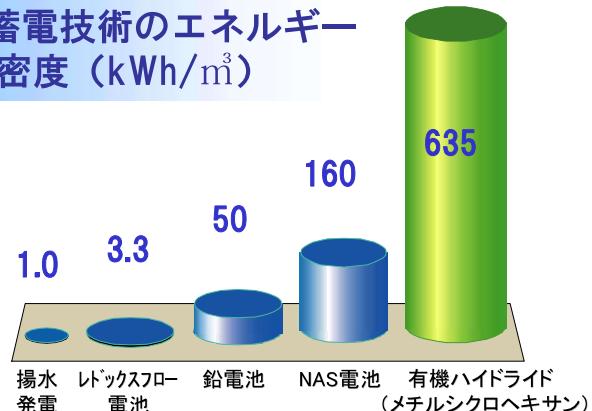
水素貯蔵・供給システム

—有機ハイドライドを利用—

各水素貯蔵方式との比較(水素量5kg)



各種蓄電技術のエネルギー密度 (kWh/m³)



有機ハイドライドの代表的種類

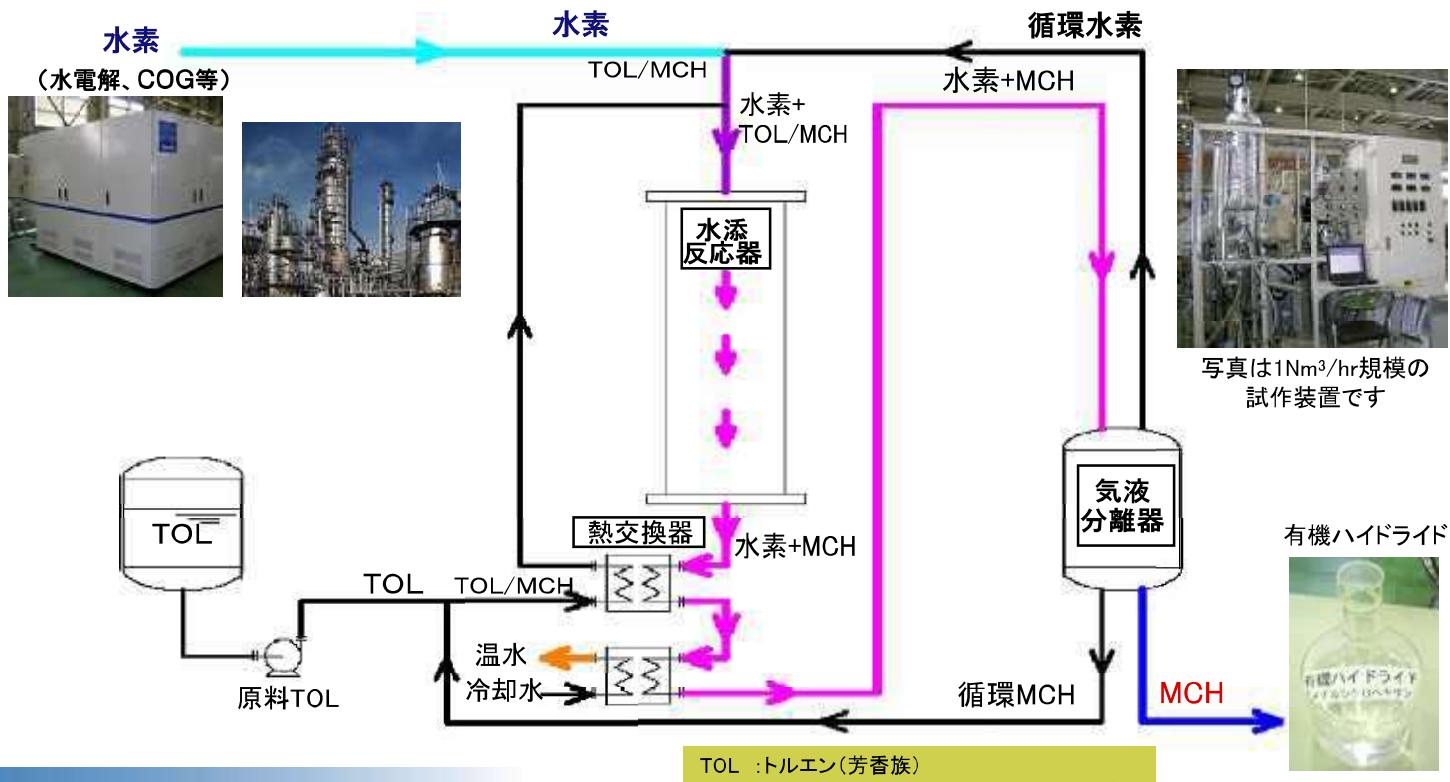
芳香族化合物

有機ハイドライド

物質名	ベンゼン	シクロヘキサン	ナフタレン	デカリン	トルエン	メチルシクロヘキサン (MCH)
化学式	C ₆ H ₆	C ₆ H ₁₂	C ₁₀ H ₈	C ₁₀ H ₁₈	C ₇ H ₈	C ₇ H ₁₄
分子量	78.11	84.16	128.16	138.24	92.13	98.18
室温での状態	無色の液体	無色の液体	白色の結晶	無色の液体	無色の液体	無色の液体
比重	0.874	0.778	0.975	0.88	0.867	0.77
沸点	80.1°C	80.7°C	217.9°C	186°C	110.6°C	100.9°C
融点	5.5°C	6.5°C	80.3°C	-45°C	-95.0°C	-126.6°C
重量貯蔵密度	7.2wt%		7.3wt%		6.2wt%	
体積貯蔵密度	55.9kgH ₂ /m ³ , 622m ³ H ₂ /m ³		64.2kgH ₂ /m ³ , 713m ³ H ₂ /m ³		47.4kgH ₂ /m ³ , 527m ³ H ₂ /m ³	

装置の特徴

- 太陽光や風力等の再生可能エネルギーにより水電気分解装置から発生した水素を、常温常圧で液体の有機ハイドライド(ガソリンや灯油と同分類)として高密度(6~7wt%)に貯蔵することができます。
- 本装置は、再生可能エネルギーに特有な不規則な変動に対応して水素貯蔵が可能です。需要先までの全供給パスにおいてCO₂排出量を大幅に削減できます。装置内の循環システムにより、供給された原料は100%、高純度な有機ハイドライドの生成に使われます。
- 有機ハイドライド(として貯蔵された水素)は、ガソリンや灯油と同様に取扱うことができます。タンクローリー等で既設のガソリンスタンドや需要地に輸送したり、スチール製タンク等に長期間・大量に備蓄することができます。



- 水電気分解装置から発生した変動する水素を、自立運転によりトルエン等の芳香族と触媒反応させて水素化物(=有機ハイドライド)に変換することで、高密度な水素貯蔵が可能となります。
- COG等の副生水素も有機ハイドライドとして貯蔵することが可能です。(その場合は前処理装置が必要となります)
- 一般的な反応条件

反応温度	180~200°C
反応圧力	0.7MPaG (高圧ガス保安法適用外です)
製品濃度	95%以上
水素貯蔵能力	1~30Nm ³ /hr (大容量もご相談に応じます)

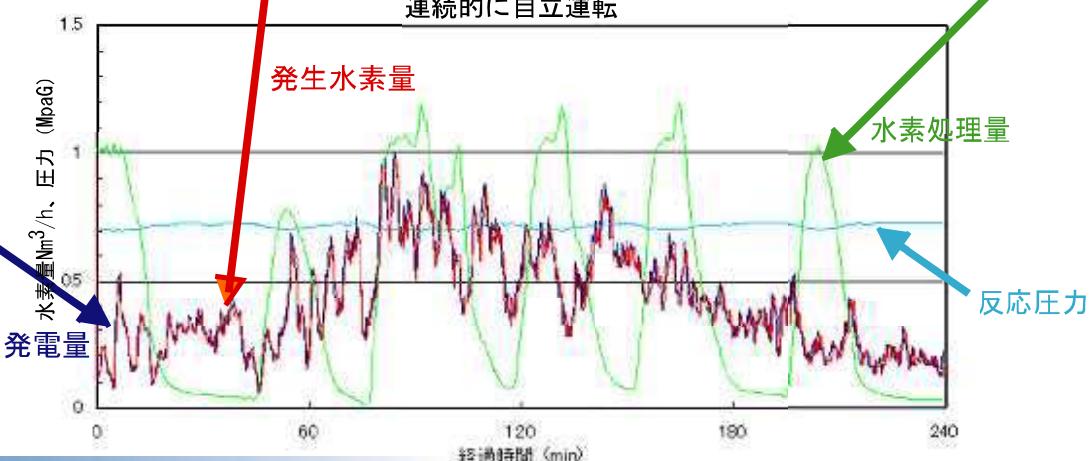
高密度水素貯蔵装置

風力水電解水素 貯蔵の流れ

変動する風力エネルギー → 水素に変換 → 有機ハイドライド(製品濃度98.5%)として貯蔵

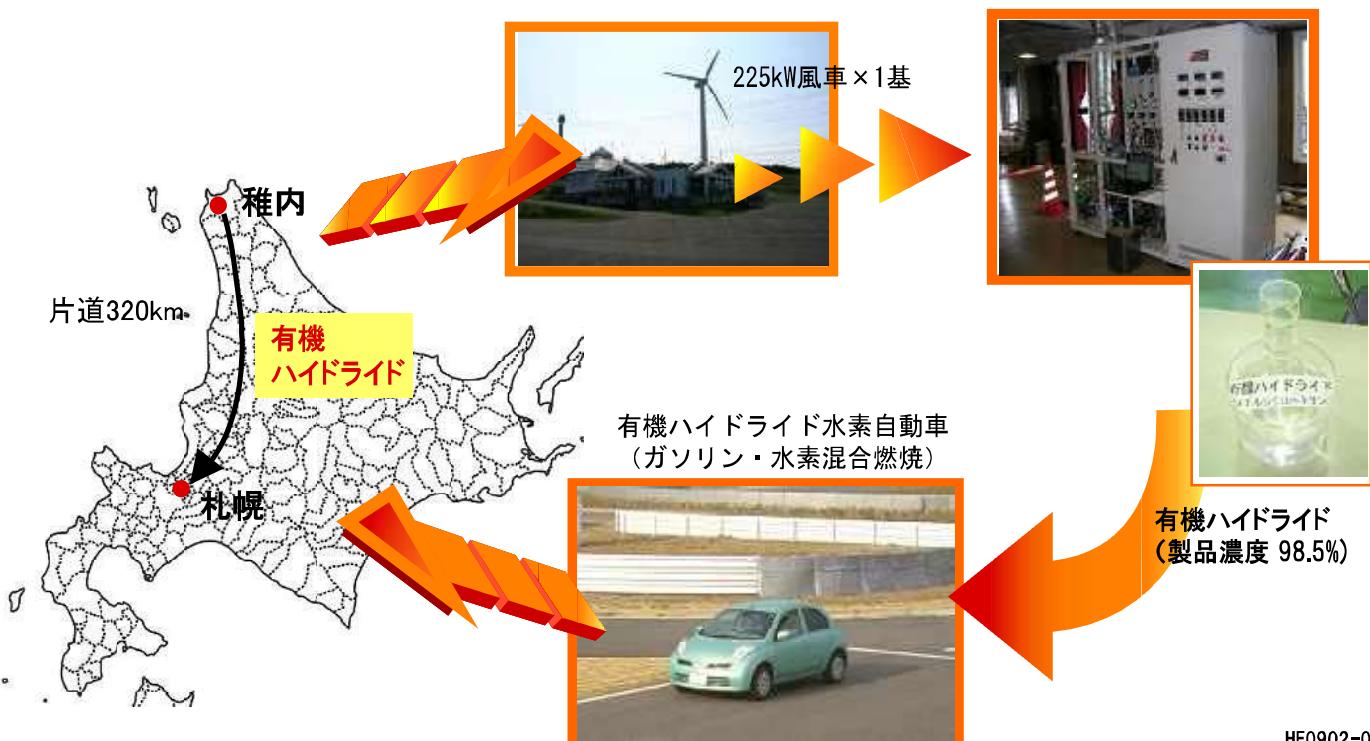


水素貯蔵装置



地域実証 2008年7月実施

稚内(生産地)の風力エネルギーを有機ハイドライド(製品濃度98.5%)として札幌(需要地)に輸送・供給しました。



装置の特徴

■ 新設計によるコンパクトな反応器

有機ハイドライドの脱水素反応（300～350°C）は吸熱反応であり、熱供給方法の工夫と触媒を含めたコンパクトな反応器設計が重要です。

フレイン・エナジーの脱水素反応器は熱伝導率を考慮し、アルミニウムを陽極酸化したアルマイド面に白金等の活性金属を担持し、熱供給部と触媒反応部を一体化することで、この課題を解決しました。



■ オンボード（車上）にも搭載可能な脱水素反応器

原料の反応挙動、流体分布、温度と圧力の最適制御方法等を踏まえた、フレイン・エナジー独自のコンパクトな脱水素反応器を開発しました。

2008年には世界で初めて有機ハイドライドを用いたオンボード型脱水素反応器を1300cc規模の市販車に搭載し、ガソリンと水素による混合燃焼走行に成功しました。



■ 有機ハイドライドのリサイクルシステム

脱水素反応は非常に高選択的に行われる所以、水素取り出しで生成する芳香族は回収され、水素貯蔵装置にてそのまま再利用が可能です。

回収された芳香族は、水素化された後、高純度の有機ハイドライドとして再び脱水素装置に供給されます。

適用

■ 水素を貯蔵したガソリンと同分類の有機ハイドライドは、タンクローリー等で既設のガソリンスタンドや需要地に輸送された後、「定置向け脱水素装置」にて水素を取り出し、より低廉なコストにて燃料電池や内燃機関に供給できます。

■ さらにコンパクトな「オンボード型脱水素反応器」を市販車に搭載し、エンジン排熱により有機ハイドライドから取り出した水素を少量、吸気と予混合しガソリン・水素を混合燃焼させることで、燃費向上させることも可能です。

一般的な反応条件	反応温度	300～350°C
	反応圧力	0.1MPaG
	水素供給能力	1～30Nm ³ /hr (大容量もご相談に応じます)

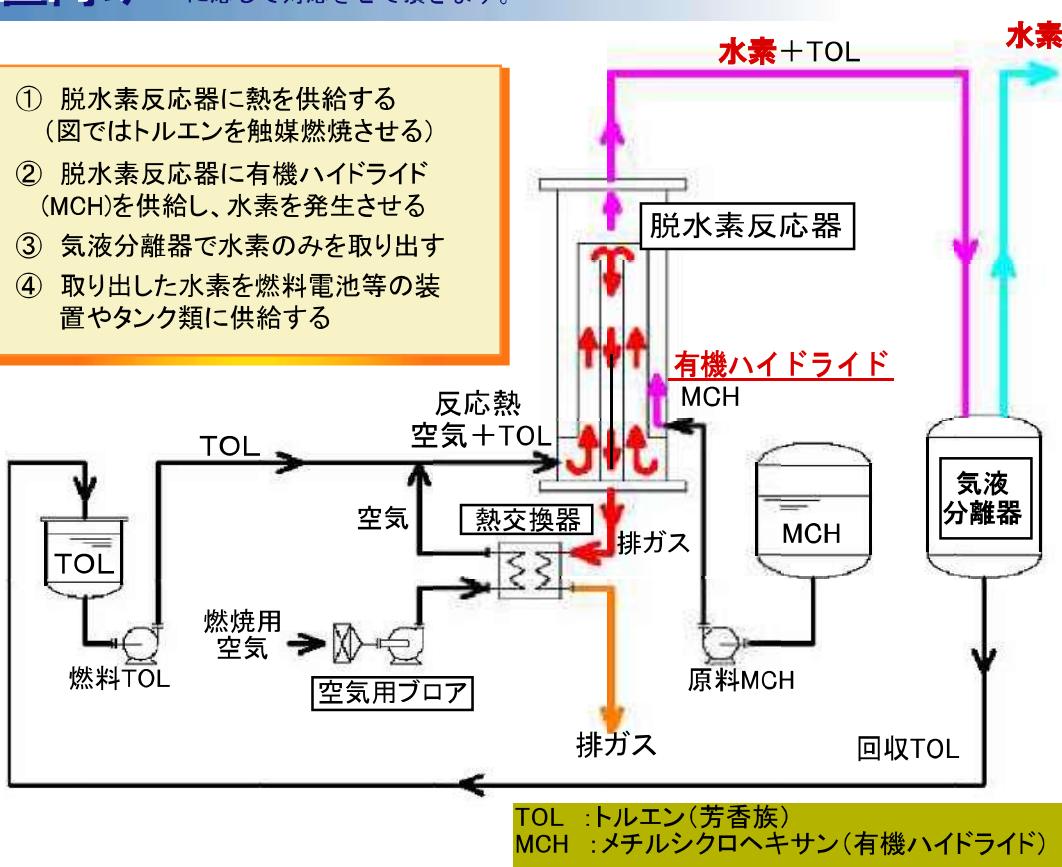


脱水素装置（定置向け、オンボード向け）

定置向け

供給水素純度は燃料電池など利用先の要求仕様に応じて対応させて頂きます。

- ① 脱水素反応器に熱を供給する（図ではトルエンを触媒燃焼させる）
- ② 脱水素反応器に有機ハイドライド（MCH）を供給し、水素を発生させる
- ③ 気液分離器で水素のみを取り出す
- ④ 取り出した水素を燃料電池等の装置やタンク類に供給する



燃料電池
水素燃焼
水素混焼 etc.

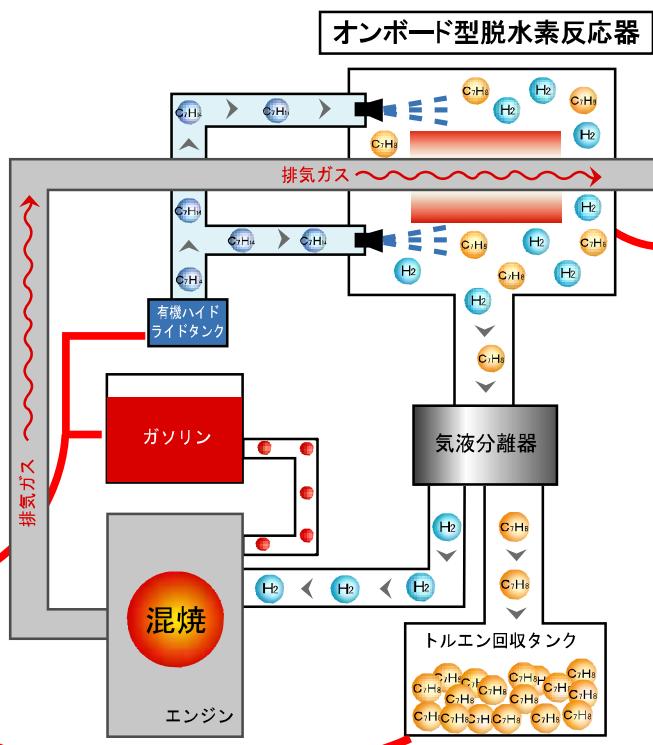


オンボード向け

- ① エンジンを始動する
- ② 脱水素反応器で排気熱を利用し、有機ハイドライドから水素を発生させる
- ③ 気液分離器で水素のみを取り出す
- ④ 取り出した水素を吸入空気と予混合させ、エンジン燃焼室にてガソリンや軽油と混合燃焼させる



有機ハイドライド／トルエンタンクと
ガソリンタンク



脱水素反応器



市販車改造後のテスト走行の様子
HE0902-06

風力や太陽エネルギーを自動車燃料に

再生可能エネルギー

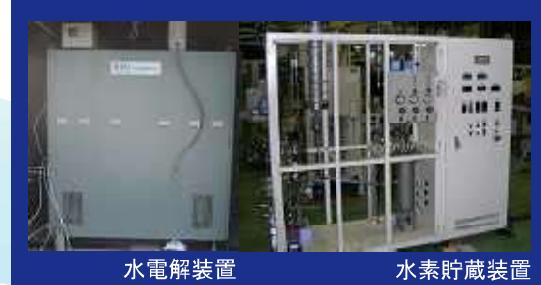
風力発電



太陽光発電



風力水素貯蔵システム



水電解装置

水素貯蔵装置

有機ハイドライド貯蔵タンク



カーボンフリー水素を高密度に
有機ハイドライドとして貯蔵

～身近な技術で
低炭素社会を実現～

既存の石油系インフラによる
輸送・貯蔵が可能



長期備蓄

有機ハイドライド LRT,
船舶への展開



燃料電池



有機ハイドライド 水素自動車
水素・ガソリン混合燃焼で燃費向上、CO₂削減



オンボード型脱水素反応器



有機ハイドライド水素自動車 走行の様子

(2008年2月スパ西浦モーターパーク・サーキット場にて)

協力：フタバ産業株式会社、伊藤レーシングサービス株式会社、株式会社アルミ表面技術研究所

HE0902-07