

バイオマスからの水素製造と燃料電池車の開発

Process of Hydrogen Gas Generation from Biomass and Development of Fuel Cell Vehicle.

才原篤 1), 山田修 2), 藤田久和 2), 岡純一郎 2), 丸尾淳平 3)

1) 大阪産業大学 短期大学部自動車工学科, 2) 大阪産業大学 工学部交通機械工学科, 3) 株式会社オーエスユー
未来技術研究所

Abstract:

大阪産業大学では、バイオマスを原料とする水素製造から燃料電池車による消費まで一連の研究開発を行ってきた。燃焼合成法により導電性・耐熱性・耐食性に優れた金属間化合物の多孔質ペレットを作成した。これをヒーターに用いて高周波加熱により発熱させ、その中に飽和水蒸気を通すことで、出口において 1000℃を越える高温過熱水蒸気の発生が可能となった。この高温過熱水蒸気中に草木系バイオマスや廃プラを投入することで完全ガス化し、得られたバイオガスには 50%以上の水素が含まれていた。分離して得られた水素を燃料として、PEFC を搭載した燃料電池車の走行を行った。

A series of research and development experiments have been carried out at Osaka Sangyo University to produce hydrogen gas for use in fuel cell cars from raw biomass materials. For the combustion synthesis, porous pellets of an intermetallic compound with excellent conductivity and heat- and corrosion-resistant properties were created. By passing saturated water vapor through a high-frequency heater heated by these pellets, it was possible to get super heated steam at temperature exceeding 1000 °C. Plant biomass and waste plastic was entered into this super heated steam and was completely gasified, with the obtained biogas consisting to more than 50% of hydrogen. The acquired hydrogen was separated and successfully used to fuel for PEFC equipped fuel cell vehicle.

Key Words: Biomass, Super Heated Steam, Gasification, Hydrogen Gas, Fuel Cell

1. はじめに

CO₂を始め地球温暖化に関する環境問題が毎日のように取り上げられ、社会の意識も大きく様変わりしようとしている。このような中で、CO₂排出に占める自動車の比率は 30%程度と大きく、これからモータリゼーションを持続発展させるには、CO₂削減は避けて通れない問

題である。しかし、寒冷地から高温多湿まで幅広く、また雨風や泥水をかぶる過酷な環境に曝され続ける自動車にとって、その開発は容易でない。特に地球温暖化防止に役立つであろう電気自動車は、現時点では 1 充電の走行距離が短いという問題や、燃料電池車は効率的な水素製造方法の開発と、固体高分子型燃料電池（PEFC）に使用される Pt 触媒の資源不足に加えて、約 1 億円といわれる高価格問題も抱えている。さらに、適切な出力を有する自動車用に特化したモーターの開発や、バッテリーの急速充電、軽量化、耐久性、安全性などさまざまな開発要素を克服しなければ実用化の道は遠い。このような時代背景の中で、大阪産業大学では、自然エネルギーを使ったソーラーカーや航続距離が 300km 程度と長い電気自動車の開発を始め、燃料電池車や熱電発電車など、内燃機関を使用しない電気エネルギーを中心とした自動車作りを長年にわたり実施してきた。ここでは、その燃料となるバイオマスや廃プラからの水素製造を始めとして、得られた水素を燃料とする燃料電池車までの、水素の製造から消費まで含めた一連の開発成果を紹介する。

2. 水素の製造

バイオマスからの水素製造に関して必要となる要素技術を、1) 新素材による耐熱・耐食性ヒータの開発、2) そのヒータを用いた高温過熱水蒸気の発生、3) 高温過熱水蒸気中へバイオマス投入による完全ガス化、4) 得られたバイオガス中に含まれる水素の利用という順序で記載する。

2.1 燃焼合成法によるヒータの開発

一般的に高温用ヒータとしては、金属ないしはカーボンが発熱体として用いられる場合が多い。しかし 700°C~800°Cを越える温度の水蒸気は活性な状態であり、これらにさらされた金属ないしカーボン発熱体は短時間で腐食される結果、その寿命に大きな問題点を抱えていた。一方、新素材として期待されるセラミックスや金属間化合物は、耐熱性を有する代表的な高融点化合物であると共に、耐食性に優れている材料である。またそれ自体をヒータとして用いる場合は低い電気抵抗率が求められるが、

これらの新素材は酸化物セラミックスには無いような金属並の導電性を有している。これらのことから耐熱性・耐食性・導電性を活用したセラミックスや金属間化合物多孔質体をヒータとして用いた場合には、金属ないしはカーボン発熱体では成し得なかった高温過熱水蒸気の発生が可能になると期待される。

セラミックスを合成する方法はさまざまな方法があるが、ここでは化合物を構成する元素粉末混合体から、化合物を合成する際に発生する大量の化学反応熱を有效地に利用して秒単位という瞬間製造が可能となる燃焼合成法を用いている。例えば、高融点セラミックスの代表で非常に硬い炭化チタン (TiC) を合成する場合、図 1 に示されるように 2 種類の元素粉末 Ti と C の混合粉末を出発原料として、プレス成形などにより自立した成形体を作り、その一端をレーザーなどで強熱することにより、局所的な化学反応により着火が起こる (図 1 の A)。その後は、TiC 化合物生成時に放出される大量の化学反応熱により、連鎖的な燃焼合成反応となり (図 1 の B)，数

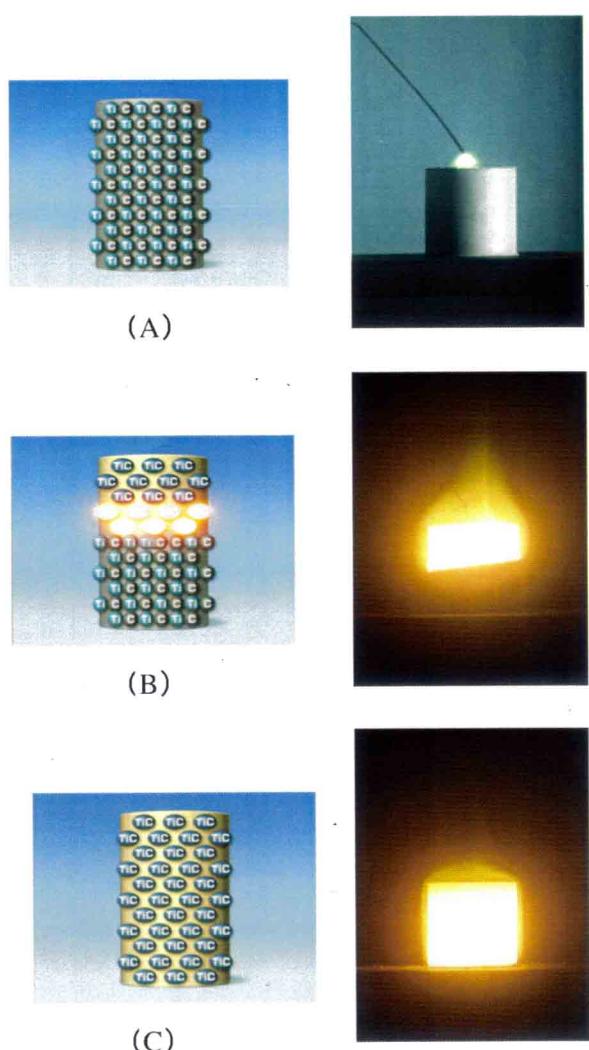


図 1 元素混合粉末から化合物を製造する燃焼合成の原理

秒後には TiC セラミック多孔質体が得られる (図 1 の C)。この燃焼合成は化学反応を有效地に利用するため、通常のセラミック焼結に必要な大がかりな外部焼成炉などが不要であり、また真空中やアルゴンなど不活性雰囲気中でも作成できる優れた特徴を有する製造方法である。この燃焼合成を用いれば、図 2 に示されるような耐熱・耐食性に優れた NiAl 金属間化合物も作成することができる。一般的な耐熱合金であるハステロイは、Ni₃Al を分散させた Ni 基合金であり、図 2 の状態図から分かるように、NiAl はさらに高い耐熱温度を有していることが分かる。図 3 には、燃焼合成で得られた NiAl 多孔質ペレットの SEM 観察による微細構造を示す。3 次元的に NiAl が連続してつながったスケルトン構造を取っており、電気的なコンタクトを有すると共に、ガスなどの接触面積が増えることで効率的なガス加熱ができるヒータとなっている。また室温での電気抵抗率を測定した結果、比抵抗は 10-4 Ω cm オーダーとなり、合金等と同程度の比抵抗となっていることが分かった。図 4 は、室温から 800°C までの電気抵抗率の温度変化を測定した結果である。温度に対して正特性となっていることから電子伝導による導電体特性となっている。

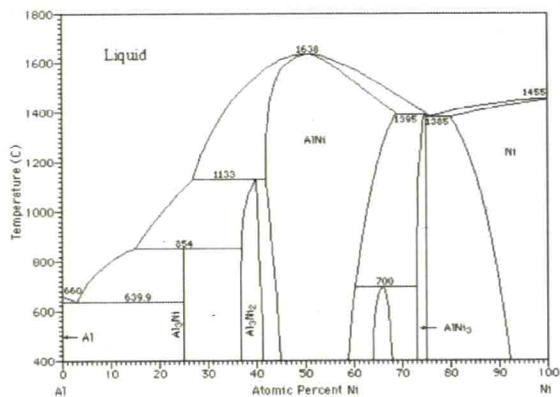


図 2 2 元系化合物 Ni-Al の状態図

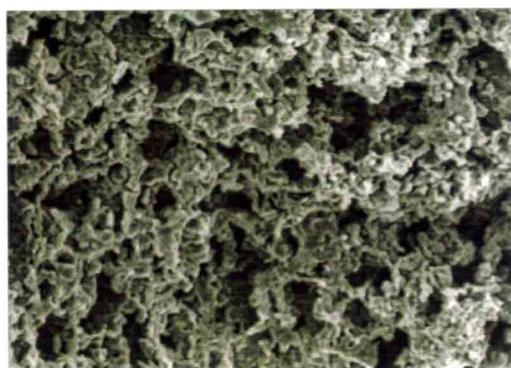


図 3 燃焼合成で得られた NiAl 多孔質ペレットの微細構造

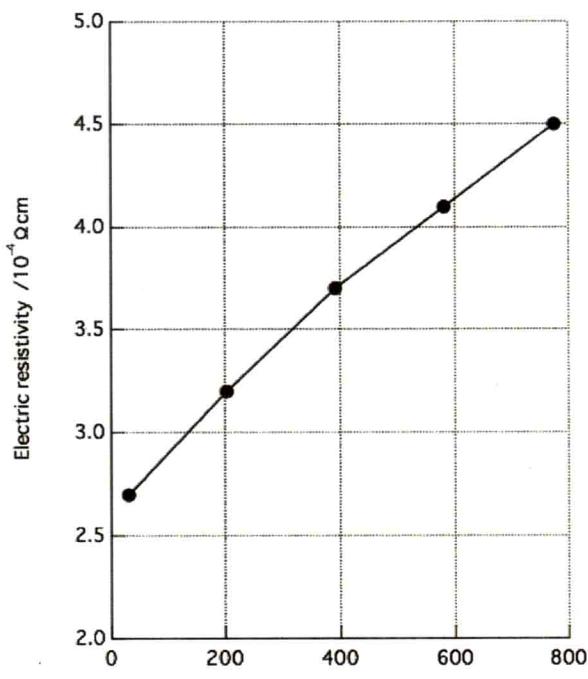
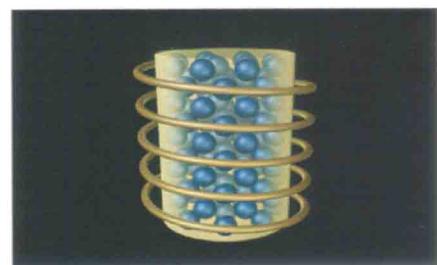


図 4 NiAl の比抵抗の温度変化

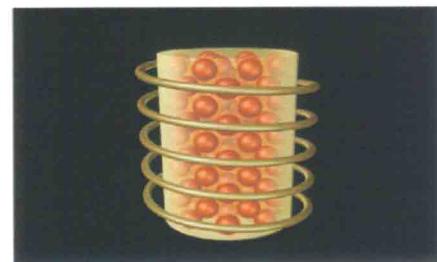
2.2 高温過热水蒸気の発生方法

高温過热水蒸気の発生方法を図 5 に示す。燃焼合成で得られた直径 20mm, 高さ 15mm の円盤形状である NiAl 多孔質ペレットを石英管容器に充填した（図 5 の A）。この NiAl ヒータは、回りのコイルから高周波により電磁誘導加熱される（図 5 の B）。その後、ボイラードで発生させた 100°C 鮎和水蒸気を石英管容器の下部から導入して、高温化したヒータの隙間を通る際に加熱する方式を採用した。なお、高周波加熱では周波数が低くなるほど電流浸透深さが長くなり、ヒータ形状によっては干渉ロスが生じる。高周波で効率よく加熱するために必要なヒータの直径は、ヒータ表面からの電流浸透深さの 5 倍以上で、できれば 10 倍程度であればよいとされている。今回用いた NiAl 金属間化合物多孔質ペレットの直径は 20mm であり、よって、効率的に加熱できる浸透深さが 2mm 程度になることが望ましいということより、必要となる高周波電源は 400kHz となった。

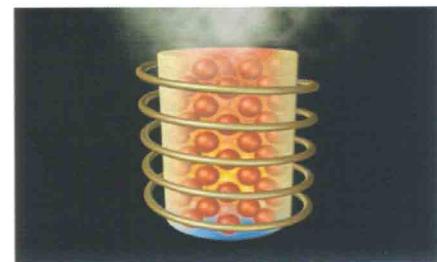
通常の水蒸気温度が 100°C 程度であることに対して、この水蒸気温度をさらに上げて 200°C 以上にしたものと過热水蒸気と呼んでおり、鮎和水蒸気とは性質が大きくことなり、高温ガスの一種として取り扱われる。この高温過热水蒸気を用いた様々な用途開発が模索されている。図 6 は 300°Cまでのガス（ここでは窒素）と水蒸気のエンタルピー変化を示す。300°Cの過热水蒸気の有するエンタルピーは 171kJ/mol であり、同じ温度の N2 ガスの 27kJ/mol と比較して約 6 倍以上となる。これは水の気



(A)



(B)



(C)

図 5 1000°C以上の高温過热水蒸気の発生方法概略

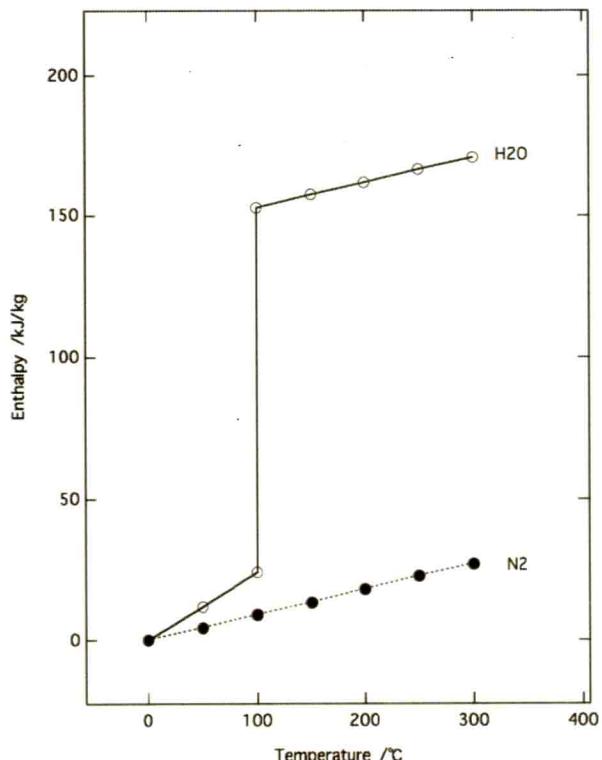


図 6 窒素ガスと過热水蒸気の内部エネルギー差

化潜熱が、他の液体に比べて特異的に大きいことに起因している。このため反応場として利用した場合、窒素などの気体を用いるよりも過熱水蒸気の方が化学反応を起こさせるドライビングフォースが大きいことになる。単位体積あたりに有する内部エネルギーが高いことから、バイオマス等の分解ガス化に対しては、熱分解よりも高温過熱水蒸気が威力を発揮する。このように高温過熱水蒸気は活性であるが故に、さまざまな用途適用が期待される一方、ヒータ自身も急速に腐食が進行するため、今まで 600°C を超える高温過熱水蒸気を安定的に発生させることが困難であった。今回、燃焼合成により得た NiAl 多孔質体をヒータとして高温過熱水蒸気発生装置に組み込んだ結果、常用 1000°C が可能となった。さらに加熱した結果、最高 1100°C の超高温過熱水蒸気を発生できることも分かった。

2.3 バイオマスや廃プラのガス化

電気エネルギーを生み出すものとして燃料電池は有望であるが、その燃料となる水素をどのようにして作り出すのか、さまざまな開発が行われている。水素製造方法としては「水蒸気改質法」「コークス炉ガス化法」「コプロダクション法（メタン直接改質法、天然ガスプラズマ分解法）」「バイオマス熱分解ガス化法」「水の光分解法」「熱化学法（IS サイクル、UT-3 サイクル）」「水分解（アルカリ水電解、固体高分子型水分解、高温型高分子水分解、可逆セル、高温水蒸気電解）」などが挙げられる。

燃焼合成法を用いた新しい金属間化合物ヒータの開発により、今まで不可能であった 1000°C 以上の高温過熱水蒸気発生ができるようになり、完全ガス化が難しかったバイオマスからの水素製造に着手した。図 7 は、高温過熱水蒸気によるガス化システムを示す。本システムは、バイオマス供給機、水蒸気過熱器、ガス化炉、ガス冷却器、気液分離器、プロワ、流量測定用補器（水分除去器、ガスフィルター）にて構成されている。バイオマスとして草木ペレットや廃プラとしてポリエチレンビーズは、振動フィーダーでホッパーに供給され、ロータリーバルブを通してガス化反応容器内に定量投入する。反応容器内に満たされた高温過熱水蒸気と接触することで、それら原料は順次ガス化する。反応容器から出たガスには、過熱水蒸気も含むため、凝縮器で水とすることにより、ガス / 水の気液分離を行い、残るバイオガスのみアスピレータで吸引した。このように、一般的な装置と比較してガス化炉温度維持用の燃焼設備や、ガス洗浄・熱分解装置を簡素化できるシンプルなシステムである。

高カロリーガスあるいは水素リッチガス製造を目的とす

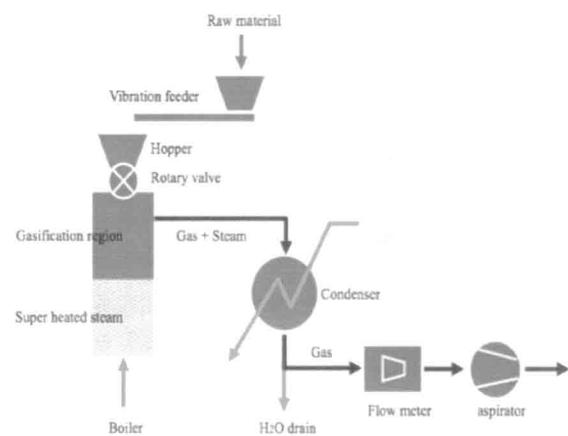


図 7 高温過熱水蒸気によるガス化システム

るガス化の場合、一般的な部分酸化法では空気の使用により、得られた生成ガスは窒素による希釈が避けられない。また純酸素あるいは酸素富化空気の使用はその製造に要するエネルギーとコストを考えるとプロセスがよほど大規模でないかぎり合理的ではない。本システムは、高温過熱水蒸気を熱源として利用しており、窒素ガスおよび燃焼排ガスによる希釈がないため、高カロリーな合成ガスが得られることが期待される。草木ペレットを原料に用いた場合、過熱水蒸気温度 900°C における生成ガス量と残渣の割合を図 8 に示す。比較のために、過熱水蒸気を用いず窒素ガス雰囲気下で加熱する熱分解結果も併記している。原料に対するガス生成量は 94% (0.94g/g-原料) となり、熱分解の 50% (0.50g/g-原料) と比

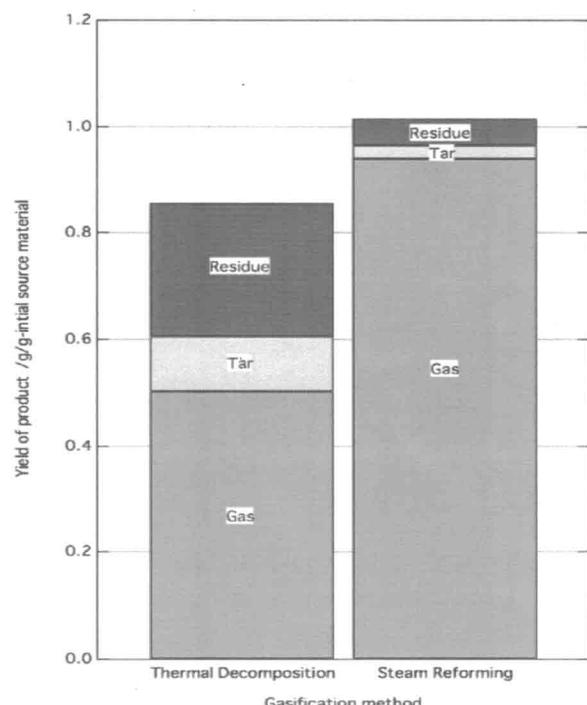


図 8 熱分解法と過熱水蒸気による草木系バイオマスのガス転換効率の違い

較して約2倍弱まで増加した。過熱水蒸気によるガス化が促進されたことにより、タールや残渣が減少し、タールトラブルや残渣の低減に有効であることが解った。次に捕集したガス組成を、TCD方式ガスクロマトグラフにより分析した。熱分解と過熱水蒸気を比較した場合、H₂濃度が32%から52%へと大きく増加している。またCO濃度は29%から13%へ減少し、CO₂濃度は20%から29%へ増加した。以上を合わせて考えると、熱分解では約50%がガス化し、その中の水素量は32%であることから、原料からの水素化率は16%となる。一方、過熱水蒸気の場合は、94%がガス化し、ガス中の水素濃度が52%より、原料からの水素化率は49%となる。このように熱分解と比較して過熱水蒸気を用いた場合、バイオマスからの水素抽出は実に3倍以上という結果になった。

次に原料としてポリエチレンを用いて、1000°Cの過熱水蒸気中でガス化を行った。ポリエチレンの燃焼熱(LHV基準)は、46,200kJ/kg前後とプラスチックの中では非常に高い。ガス化の際のタールについては、ガスフィルターの汚れを観察したが目視で確認出来ないほど微量であった。また残査については反応部では全く確認出来なかったことより、ほぼ完全に原料はガス化した。得られたガス組成を図9に示す。H₂濃度は67%，COが21%，CO₂が9%，CH₄とC₂H₂が併せて3%となった。バイオマスからの水素が52%と比べて、プラスチックからの水素発生量が67%と非常に高いことが特徴的である。

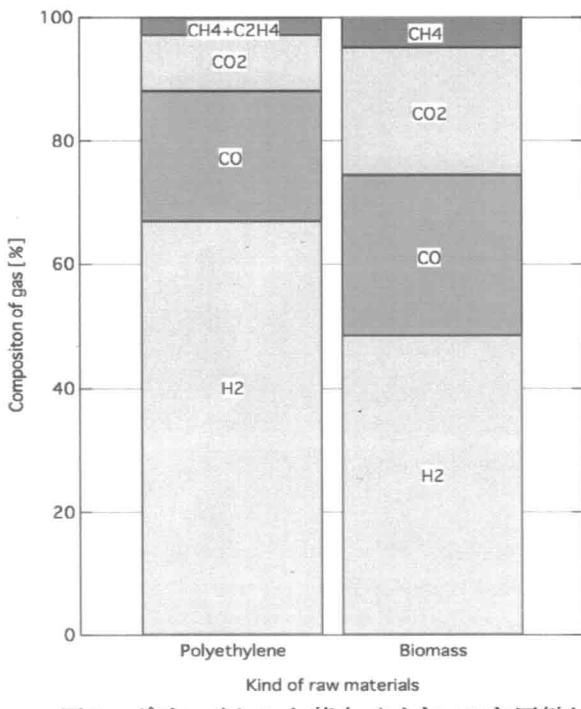


図9 ポリエチレンと草木バイオマスを原料とした時に得られるガス組成

2.4 水素ガスに関するまとめ

化石資源枯渇や地球温暖化などの問題や、単一エネルギー資源への依存からの脱却という観点から、再生可能かつ、使用しても二酸化炭素の排出量がカウントされないカーボンニュートラルな新しいエネルギー資源としてバイオマスの利用に大きな期待が寄せられている。しかし現状の多くの方法では、バイオマスをガス化したガス中には0.1～10%の割合でタールやダストが含まれており、このタールやダストが配管や熱交換器などいたるところに付着して連続運転を妨げるとともに、ガスの最終用途装置(燃料電池、ガスエンジン、ガスタービン等)を効率良く使用するには、タールとダストの削減が必要となるのであるが、この問題を解決することが難しい。ガス中に含まれるタール・ダスト問題への対処法としては、物理プロセスによって取り除く方法と、化学プロセス(熱・水蒸気・酸化)によってタールやダストを低分子化してガス成分に変換する方法とに大別される。物理プロセスはすでに実用化されている個々の装置をもとに設計・適用することができるが、タール・ダスト成分はなくなるわけではなく、別の相(水や固体)に移動しただけであるので、それらを環境的に受け入れられるには再処理する付加措置が生じてしまう。一方、化学プロセスにおいては、タールやダストが低分子化してガス成分に変換されるため、後段のガス洗浄が省略(もしくは簡略化)できるとともに、原料当たりの取得エネルギー量も増加させることができるが、熱や水蒸気を与えるためにさらにエネルギーが必要であったり、酸化させるために高価な触媒が必要であったりした。別の方法として、800°C以下の低い過熱水蒸気使用では、炭化物などの残渣(チャー)やタールが残り、完全ガス化に至っていない。しかし、これらの問題に対して上述したように、高温の純粋な過熱水蒸気のみでバイオマスをガス化することで解決可能となった。通常の熱分解炉では空気と燃料が投入されるため、通過後のガスは窒素や二酸化炭素濃度が増加し、ガス量は増えるが薄くて低カロリーガスとなる。一方、1000°Cの高温過熱水蒸気のみによって熱分解することで、高カロリーガスが得られるようになった。また、ガス化は、昇温速度の影響が大きく、単位質量当たりの保有エネルギーの大きい過熱水蒸気を熱媒体として利用することで、原料の昇温速度が大きくなり、タールやダストの生成を抑制してガス収率も高くなった。さらに、水蒸気の投入によって軽質炭化水素等を原料として水素および一酸化炭素が得られる水蒸気改質反応が起こるといった利点も判明した。このように小型でシンプルな高温過熱水蒸気発生が出来た結果、投入したバイオ

マスや廃プラを完全ガス化させ、水素ガスを取り出すことが可能となった。

3. 水素利用の燃料電池車

バイオマスや廃プラからの高温過熱水蒸気による水素供給が整ったことにより、燃料電池自動車の製作に取りかかった。初期の1号車は出力2kWのPEFC(PALCAN製)を動力源として0.5kWのDCブラシモータを用いた1人乗り小型車であり、最高速度も25km/h程度であった。その後、出力7.5kWのPEFC(Hydrogenics製)に交換して、0.6kWのDCブラシモータを用いた所、最高速度は55km/hまで改善された。しかし、この2号車は15MPaの小型高圧水素ボンベを持っていたため航続距離が10km程度と短いことに加えて、一般路を走行するには車体のフレーム強度や剛性に問題を抱えていた。そこで、燃料電池の出力は同じままで公道走行を目指したのが、現在の3号車である。全長が3.5m、横幅が1.5m、重量が600kgの2人乗車できる燃料電池自動車である。電力源は、最大出力が7.5kWの燃料電池と、最大電力量が9kWhのLiイオンバッテリーのハイブリッド型仕様であり、航続距離を伸ばすため容量が70Lで充填圧力が35MPaの高圧水素タンク(SAMTEC製)を搭載している。また公道走行に際して一般車両の妨げとならないよう最高速度も上げるために、駆動用モータとして後輪に定格出力20kWのDCブラシレスインホイールモータ(MITSUBA製)を2つ組み込んだ。図10に、FCV-3の主要なシステムを示した。燃料電池はCAN(Controller Area Network)によりコンピュータで燃料電池の立ち上げなどを含めたプログラム制御を行う。燃料の水素ガスは、35MPaの高圧水素タンクから、2段階の減圧弁により、1MPaに落とした後に、最終的にPEFCには0.7MPaの圧力で供給する。動力システムは、PEFCとバッテリーのパラレル型ハイブリッドから、アクセル信号を入力するモータコントローラを介してホイールインモータに必要な電力供給を行った。また電圧差により、バッテリーからPEFCへ向かって電流の逆流を防ぐ目的でダイオードを挿入している。図11はFRP製ボディを外したパイプフレーム構造を示している。運転席の両側に箱形のバッテリーを収納し、後部に向かって高圧水素タンクとPEFCおよびモータコントローラを配した(コントローラはPEFCの下にあるため写真では見えていない)。

図12はPEFCモジュールの外観を表している。寸法は縦65cm、横43cm、高さ23cm程度であり、重量は60kgとなっている。セルスタックを中心として、手前側に燃料電池の冷却水ポート、燃料極側への水素ガス供

給ポート、空気極側で生成した水の排出ポートがあり、左横には空気極用のエアプロア、燃料電池のコントロールユニット(ECU)などが並んでいる。発電電力はモジュール下部から配線を取り出している。

燃料電池とバッテリーは、直列接続のシリーズ型と、並列接続のパラレル型に大別される。このFCV-3でパラレ

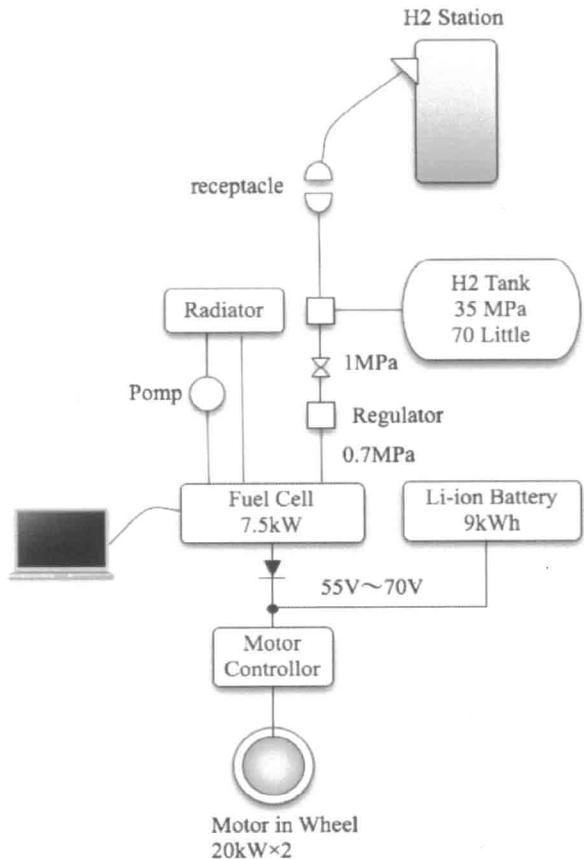


図10 燃料電池車のシステム概略

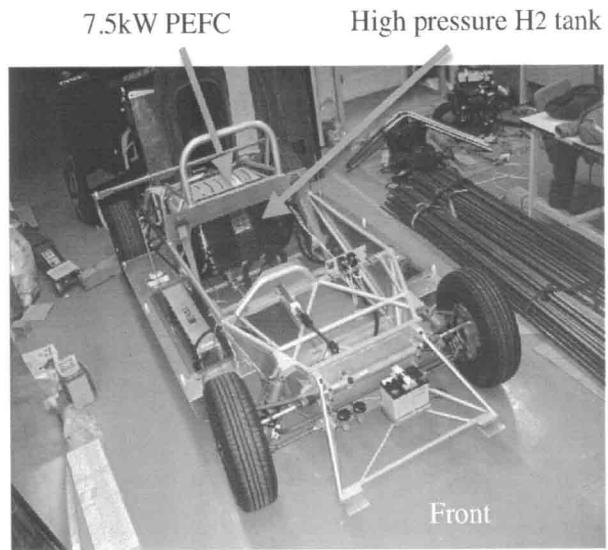


図11 燃料電池車の車体構造

POWER DISTRIBUTION CENTRE

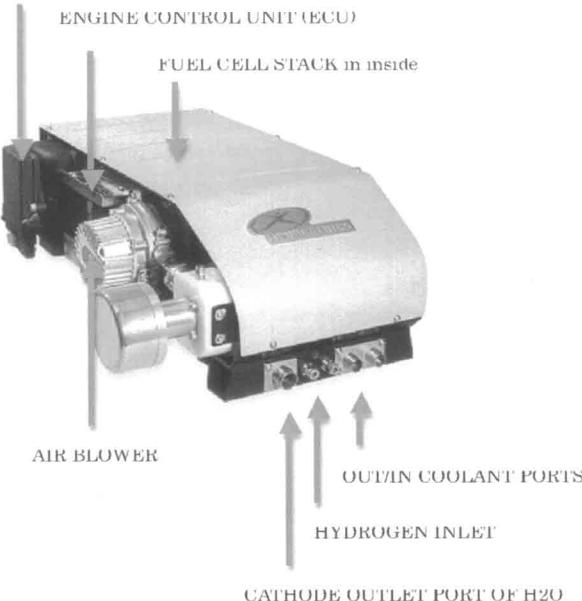


図 12 燃料電池モジュールの外観

ル型を採用した理由は、PEFC の特性上、モータ側負荷変動に対して瞬間的な応答が難しく定格運転が望ましいのに対して、急激な負荷変動分をバッテリー側で対応させるためである。電圧との関係を示したのが図 13 である。フル充電したバッテリー電圧は、PEFC の定格運転時の電圧よりも高い。このため走行初期のモータへの電力供給は、バッテリーが主となる(図 13 の A)。バッテリーが消費されると共に電圧が降下し、定格運転 PEFC の発生電圧と一致するところがあり(図 13 の B)，それ以後はバッテリー電圧よりも PEFC 発生電圧の方が高くなる。この部分では、バッテリー電圧を補うために PEFC が稼働する状態である(図 13 の C)。減速時のバッテリーへの回生に加えて、不要な所での PEFC 運転を極力抑えることで、水素燃料の消費も押さえられるため、効率的な運転で航続距離も長くできる。また万が一のトラブルで PEFC が発電できない場合、バッテリーが無いとその場で止まらざるを得なくなる。しかし FCV-3 は一般公道走行を視野に入れており、PEFC が止まるような緊急事態でもバッテリーの残存電力だけで走行できるため、渋滞などの交通障害を引き起こさないような配慮をしている。9kWh のバッテリーと、35MPa で 70L の水素タンク量から、双方を使うとした場合の航続距離は 400 ~ 500km と算出した。図 14 は、モータ駆動電力と車速の関係を示している。スタート直後の電力は 16kW 程度まで必要であり、約 30 秒後に時速 100km となった。ち

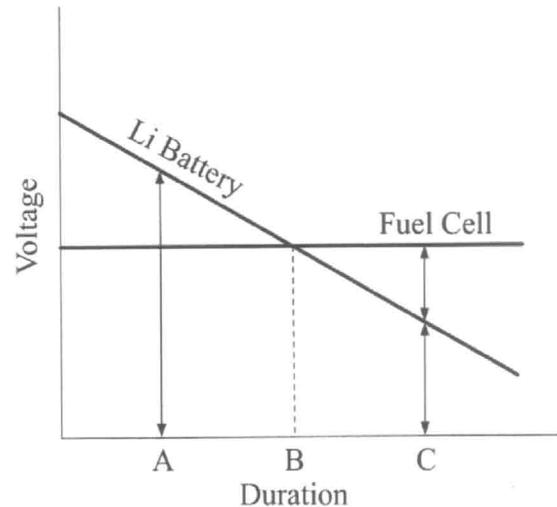


図 13 Li イオンバッテリーと燃料電池の出力関係

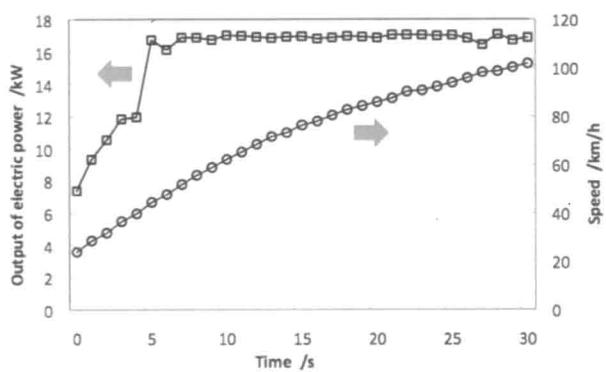


図 14 モーター駆動電力と車速の関係

なみに FCV-3 の最高速度は時速 111km であった。2007 年秋にはオーストラリア縦断 3000km に挑戦した。日本では関東、中部、関西、九州に水素ステーションが開設しており、燃料電池自動車やバスも走行しているが、オーストラリアでは水素ステーションも無く、燃料電池自動車も走っていない。このような状況下であったが、オーストラリアでの水素燃料補給は、伴走トラックに 20MPa の水素ボンベを搭載して、特別に製作した集合配管を介して FCV-3 の高圧タンクに充填するという困難な作業になつたが、無事に完走できたことから FCV-3 の完成度を確認する良い機会となつた。

4. おわりに

19世紀は石炭の世界、20世紀は石油の世界、そして21世紀は水と水素の世界と言われている。我々は、脱化石燃料を目指して、さまざまなクリーンエネルギー世界を築く必要性に迫られている。現在、木質系バイオマスは豊富な再生可能エネルギー資源として世界的に広く

認識されるようになってきた。木質系バイオマスの熱化学的変換処理は、光合成を通して植物や木材に蓄積された太陽エネルギーを有効利用する方法であり、熱や電力として利用できる。バイオマスの利用は地球温暖化対策に貢献でき、すなわち地球環境の保全、向上に役立つ。持続的なバイオマスエネルギーあるいは化学原料としての利用は、大気中のCO₂を増加させない、すなわちカーボンニュートラルである。さらに、酸性雨の原因となるNO_xやSO_xの発生も化石資源と比べて非常に小さい。したがって、バイオマスエネルギーは化石資源の代替として非常に魅力的である。本報では、1000℃の高温過熱水蒸気を発生する小型システムが開発できた結果、空気や燃焼ガスを含まない純粋な高温過熱水蒸気のみを用いて高品位なバイオガスが得られており、分離した水素は燃料電池車の燃料として十分に利用できることが分かった。

しかしながら、木質系バイオマスは広く薄く分散して存在しているため、経済的に収集する手段がなく、それらを燃料として利用した大規模設備の設置は困難である。このような木質系バイオマスの有効利用を図るために、その集積量に見合った小規模で高効率なエネルギー転換技術の開発、普及が不可欠である。大阪産業大学ではさらなる構想として、木質系バイオマスおよび廃プラに代表される石油製品廃棄物を重要なエネルギー資源として捉え、高効率なガス化発電システムを構築することによって、ガス化発電稼働に必要な電力も自己供給させた上で、さらに余剰電力を生み出す小型で移動可能な独立分散型発電装置に取り組んでいる。これにより、稼働に際しての外部商用電力を必要とせず、また化石燃料を一切使用することなく、再生可能なバイオマス原料ないしは廃プラを投入するだけで数kWの電力が取り出せる自己完結型の発電形態を目指す。このように移動可能で自己完結型の小型発電装置は、必要な場所で必要な量だけ生み出す電力の「現地生産」や、送電ロスを削減できる「地産地消」を行う上で欠かせない要素技術である。また外部商用電力供給が不要ということから、インフラ整備が整っていない山間部での活動も可能となる。具体的には、草木や廃プラを高温過熱水蒸気中で完全ガス化した後に、その水素を含む可燃性ガスを用いて発電ができるガス化発電装置搭載を牽引する電気自動車からなる「バイオエネルギークル」を目指している。バイオエネルギークルという発想に基づいた新しいコンセプトカーは、国内はもとより世界中でもまだ全く見あたらないため、国際社会で日本が先駆的役割を果たせる。また、この目に見える形での具現化と実用化は、単にバ

イオマスエネルギーのみで走行できる車を開発したというだけに留まらない。草木で電気が起こせるという実体験を通して、一人一人が地球温暖化防止や21世紀のエネルギー確保といった問題に対して、漠然とした取り組みでなく、市民レベルで実施可能となるバイオエネルギークルの開発を行い、具体的で目に見える21世紀型環境・エネルギー対策取り組みの足がかりとしたい。同時に森林資源の有効活用により採算の取れる経済活動に路を開くことができれば、地球温暖化防止や次世代エネルギー確保といった側面だけでなく、森林整備という問題や地方の過疎化対策（雇用対策）にも十分に寄与するものである。また、木質系バイオマスのエネルギー化には極めて多様な要素技術を充足する必要があり、主要なガス化発電技術はもちろんのこととして、総合的な周辺技術が要求される。このようなことから、バイオエネルギークルの開発、システム化、実用化にあたっては、企業規模に関わらず機械、電気、化学、土木、プラント、分析分野などの企業との連携が必要であり、新技術開発と実用化に伴う産業創生と共に、地場産業の育成や連携が見込まれる。このような新しい試みと成果は、国内産業の活性化に大いに役立つと考えられる。

＜付記＞本事業の一部は、文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業の成果であり、大阪産業大学プロジェクト共育の実施、および大阪FCV推進会議の協力で行ったものである。