

G 水素モデル社会システムの実現に関する包括的研究	
題目	地方特性に適した水素エネルギーチェーンに関する研究 —森林資源と水素吸蔵合金を活用した供給システムの構築と評価—
著者	勝田正文, 裏相哲, 片寄 凌太, 鈴木小百合

1. 研究背景・目的

わが国は、東日本大震災により集中型エネルギー供給システムの脆弱性が顕在化した。この状況に対して分散型電源のあり方が検討されている。また、2015年にCOP21においてパリ協定が合意され、より一層再生可能エネルギーの導入拡大が求められる。さらに、日本では2014年に閣議決定したエネルギー基本計画において、将来の二次エネルギーとして水素が中心的な役割を担うと明記され、水素利用が期待されている。これを受けて、国内では多様な一次エネルギー源から様々な方法で水素を製造して活用する実証試験が、特に都心部で行われている。

本研究では、再生可能エネルギーの利用促進を積極的に取り組む地方圏の中でも孤立集落・過疎地域において、地産地消型の水素エネルギー供給モデルの構築が可能か検討する。研究対象地である山形県小国町は、森林資源が豊富であるため、木質バイオマスを活用した水素エネルギー供給システムの構築と評価を行う。

2. 研究方法

本研究では、木質バイオマスガス化発電から得られる電力で水を電気分解することによる水素の製造方法を検討した。木質バイオマスと水素吸蔵合金（以下、MH：Metal Hydride）を活用した水素エネルギーチェーンを、エネルギー製造・貯蔵・輸送・利用の4段階に分けて検討した。木質バイオマス発電機は、燃料がチップとペレットに分類される。そこで、国内に導入事例をもつメーカーが製造した発電機をそれぞれ1つずつ選定し、発電量やコスト等について比較した。また、製造した水素は燃料電池を介した利用を想定し、その利用先として、年間を通して熱需要のある介護施設を対象とした。

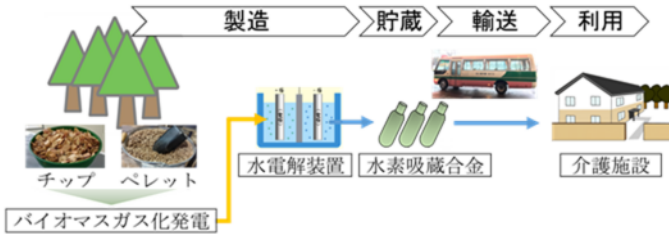


図1 水素エネルギーチェーンの概要

3. 研究成果

3.1 製造可能な水素量の算出

水電解装置の消費電力を6.5 kWh/Nm<sup>3</sup>として、木質バイオマス発電機の出力から製造可能な水素量を算出した。また、貯蔵に活用するMHボンベは可搬性を考慮して1本あたり7kg（含有水素量0.0875kg）とした。

表1 木質燃料ごとの製造水素量

	出力 kW	発電量 kWh/day	水素量 kg/day	MH ボンベ 本/day
チップ発電機	160	3,419	51.26	586
ペレット発電機	180	4,024	60.33	690

燃料の相違による製造可能な水素量は、発電機のメーカーが異なるため単純比較はできないが、比例換算によって木質チップ発電機の出力を180kWとした場合、製造される水素量は57.64kg/dayとなった。

3.2 貯蔵・輸送

水素エネルギーの貯蔵・輸送について、木質チップ・木質ペレット・MHのそれぞれの嵩密度について比較をした。表2よりチップの利用は、輸送・貯蔵の負担が大きいため水素変換する利点がある。一方、ペレットはMHボンベに比べ容積は大きい重量は小さいため、輸送負担が少ない。需要家に貯蔵スペースが確保できる場合、ペレットの水素変換は効果的ではないと確認された。

表2 燃料ごとの嵩密度比較

	チップ	ペレット	MH ボンベ
重量 トン/day	5.69	2.45	4.1
容積 m <sup>3</sup> /day	26.88	3.27	0.594 <sup>(1)</sup> 4.83 <sup>(2)</sup>

(1)木質チップ発電機利用時 (2)木質ペレット発電機利用時

3.3 エネルギー輸送

輸送経路は小国町内の木質チップ工場から需要家までを対象とした。燃料電池バスによる輸送を検討したが、現段階で市販されておらず、また価格が高いため現実的ではない。そこで、輸送経路を運行する町営バスの活用を検討した。乗車率が1.3~5.1(人/便)と少ないため、その空きスペースをエネルギーの輸送手段として有効活用できる。

3.4 需要家のエネルギー消費割合の分析

水素の利用先として、老人介護保健施設を対象とした。従来研究の結果より月別のガス使用量から熱需要予測を行った。年間を通して一定のエネルギー消費が確認された入浴の給湯需要を水素に換算すると、136kg/dayと算出された。木質バイオマス発電を活用した場合、約4割の需要を賅うことができる確認された。

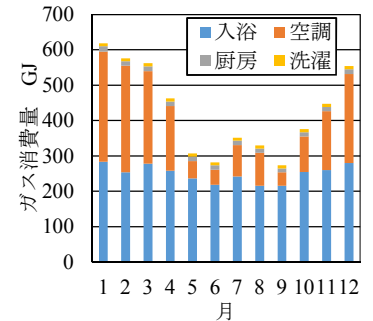


図2 熱需要予測の結果

3.5 エネルギーチェーンの評価

本研究で検討したシステムの導入前後による一次エネルギー消費量の変化を考察した。チップ発電システムの導入により、一次エネルギー消費量は従来比40.2%削減でき、ペレット発電では47.3%の削減効果が確認できた。また、本システムを導入することで、電気代・LPガス代はチップ利用時で1,402万円、ペレット利用時で1,650万円の削減できる。しかし、現状では設備費が高く、特にPEM型水電解装置が占める割合が大きいと確認された。また、エネルギー単価に関して、小国町における小水力発電を活用した水素エネルギーチェーンでは、4.7万円/GJであった。一方、チップ利用時は3.7万円/GJ、ペレット利用時は3.4万円/GJであると確認できた。

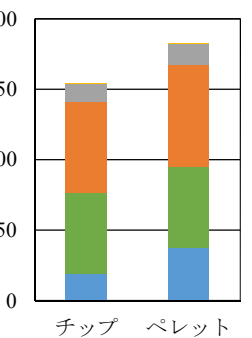
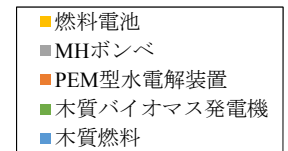


図3 年経費内訳

4. 結論

本研究より、孤立集落・過疎地域において地産地消型のエネルギー供給モデルを目指したが、現状PEM型水電解装置の設備費が高く難しい。水素利用を実現するためには、今後は各地域の特徴を活かした発電方法を確立することが必要である。

5. 学会発表

学会発表の予定は以下の通りである。

学会名	発表年月
17 <sup>th</sup> International Refrigeration and Air Conditioning Conference at Purdue	July 9-12, 2018