



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	実証実験に基づく自然エネルギー・燃料電池活用型住宅用複合システムの開発と総合評価 -水素貯蔵システムの導入可能性評価-
Author(s)	塩見, 和哉; 濱田, 靖弘; 中村, 真人 他
Description	第12回衛生工学シンポジウム (平成16年11月4日 (木) -5日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 6 建築 都市環境とエネルギー有効利用 . P6-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 12, 173-176
Issue Date	2004-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1258
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-2_p173-176.pdf



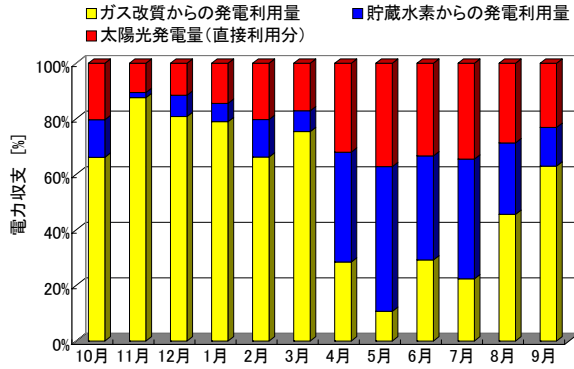


図-2 電力需要に対する月別電力供給割合

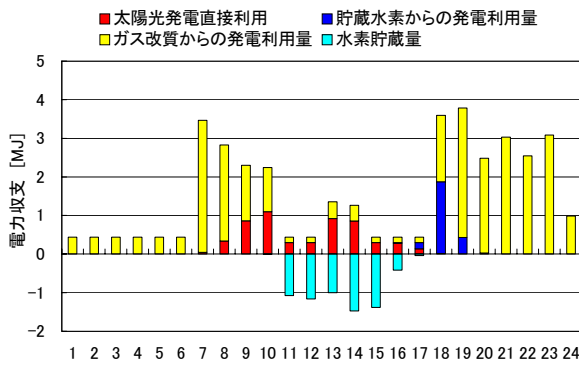


図-3 電力収支の月平均時刻別変動 (1月)

なお解析に用いた電力・給湯需要にはそれぞれ空気調和・衛生工学会空気調和設備委員会の予測プログラムにより算出された4人家族の電力需要²⁾、建築・環境省エネルギー機構³⁾による給湯負荷テストモデル(Lモード)を適用している。

3. モノジェネレーション解析による水素貯蔵容量の予備検討

3.1 解析方法

戸建て住宅に水素貯蔵システムを導入すると想定した場合の水素吸蔵合金仕様の検討を行った。太陽光発電としては多結晶シリコン型(6 kWp)を想定し、北海道大学構内の実験住宅における年間発電量の実測値(2002年10月~2003年9月)を使用している。太陽光発電量が電力需要を上回る場合には、太陽光発電量の直接利用分を除いて水素として貯蔵する。逆に電力量が不足する場合には、太陽光発電に加えて、燃料電池を稼働させる。水素供給については、まず水素吸蔵合金からの放出を優先し、次いで、天然ガス改質器を使用するものとした。

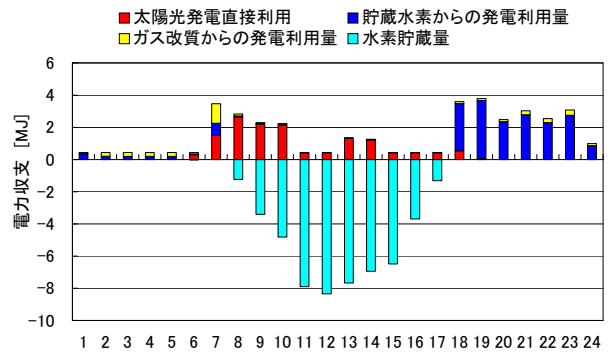


図-4 電力収支の月平均時刻別変動 (5月)

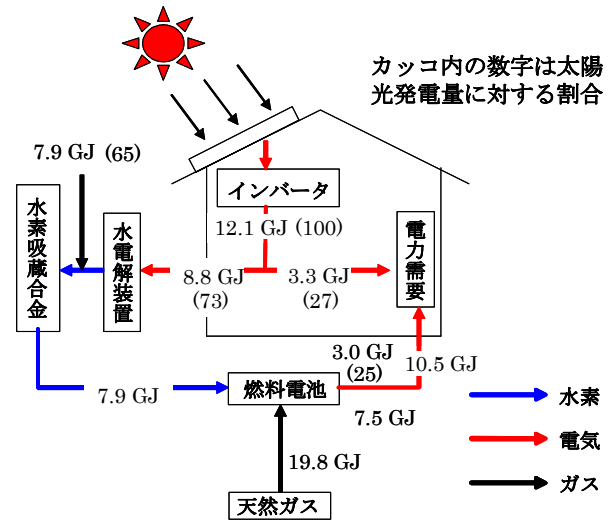


図-5 年間電力収支

3.2 解析結果と考察

図-2 に電力需要に対する月別の電力供給割合を示す。冬季は太陽光発電量が少ないため、天然ガス改質による電力供給が高い割合を示している。太陽光発電量の増加に伴って貯蔵水素による電力供給の割合が増加し、5月では天然ガス改質による電力供給の占める割合は10%であった。

図-3、図-4 に代表月として1月と5月の電力収支の月平均時刻別変動を示す。グラフの正側に太陽光発電直接利用量、貯蔵水素からの発電利用量、天然ガス改質からの発電利用量を取り、グラフの負側には水素貯蔵量をとった。1月は早朝、夜間の電力需要の大半が天然ガス改質による電力供給によって賄われる結果となった。一方、5月は日中の水素貯蔵量が多いため、昼の間に蓄積された水素が早朝、夜間の電力需要を賄う際に利用される結果となった。

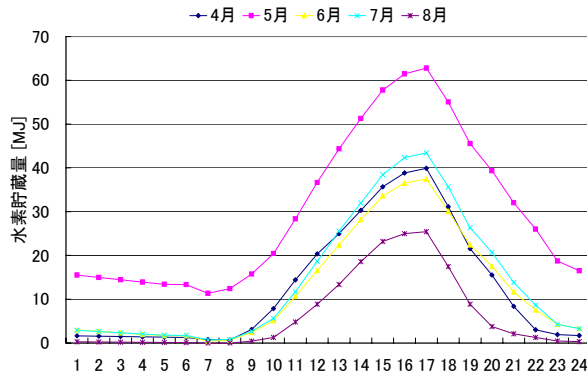


図-6 水素吸蔵合金に貯蔵される水素の時刻別変動

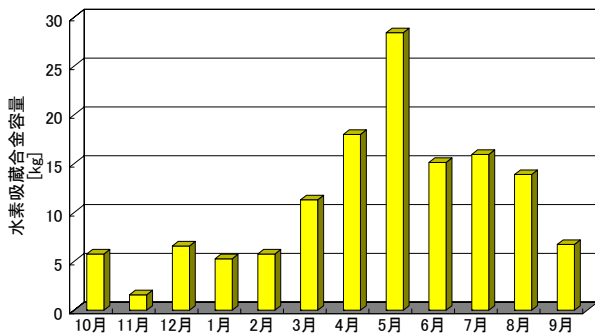


図-7 所要水素吸蔵合金容量

図-5 に解析を行った 2002 年 10 月～2003 年 9 月の年間の電気エネルギーの流れを示す。太陽光発電量は 12.1 GJ でそのうち太陽光発電量が電力需要を上回り水素の貯蔵にまわったエネルギーは 8.8 GJ、電力需要への直接利用分は 3.3 GJ であった。貯蔵に回ったエネルギーが最終的に電力需要に利用された量は 3.0 GJ となった。太陽光発電によるエネルギーが電力需要に当てられた割合は太陽光発電量のうち 52%程度という結果となった。

図-6 に水素吸蔵合金に貯蔵される水素の時刻別変動を示す。用いたデータ 4 月～8 月の一ヶ月の平均値である。合金内の水素変動は同様の傾向を示し、貯蔵にピークは 5 月であることが分かった。

図-7 に各月のピークを賅うために必要な水素吸蔵合金の容量を示す。計算の際に水素吸蔵合金の有効水素移動量 336 cc/g-合金、水素の高位発熱量 12.8 MJ/Nm³を用いた。年間のピークを賅うために必要な合金は 28.4 kg (11 万 4 千円相当) という結果になった。

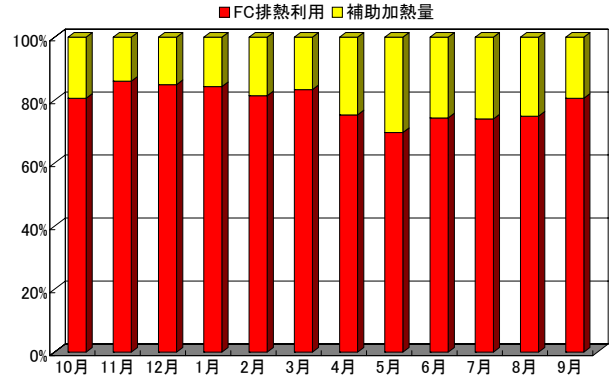


図-8 給湯需要に対する月別熱供給割合

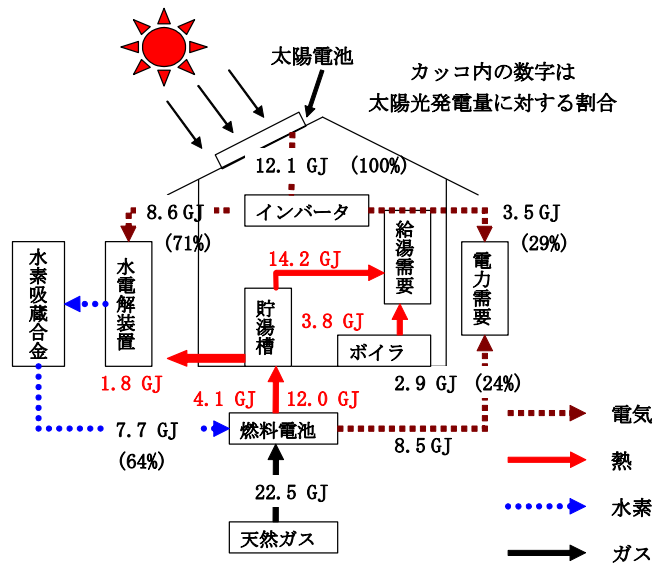


図-9 年間エネルギー収支

参考として水素の低位発熱量は 10.8 MJ/Nm³、天然ガス (13A) の高位発熱量は 46.0 MJ/Nm³、低位発熱量は 41.4 MJ/Nm³である。

4. 水素貯蔵を導入した自立型システムの省エネルギー性・環境保全性

4.1 解析方法

給湯需要は貯湯槽の出湯温度が設定値以上の場合は等熱量換算水量を出湯し、設定値に達していない場合には、所要水量と温度から追い焚き熱量を求めるものとした。燃料電池の排熱回収効率 (HHV 基準) 53% で、貯湯槽の熱損失は既報⁴⁾の 1.4%/h を用いた。なお貯湯槽の有効容量は 200 L としている。

表-2 検討方式

	A	B	C	D	E	F	G
商用電源	○	○	○	-	-	-	-
燃料電池(水素)	-	-	○	-	-	○	○
燃料電池(天然ガス)	-	-	-	○	○	○	○
太陽光発電	-	○	○	-	○	○	○
水素吸蔵合金	-	-	○	-	-	○	○
ソーラーコレクター	-	-	-	-	-	-	○
ガスボイラ	○	○	○	○	○	○	○

4.2 解析結果と考察

図-8 に給湯需要に対する月別の熱供給割合を示す。冬季は給湯需要の80%程度が燃料電池の排熱によって賄われている。一方、夏季に向けて燃料電池の排熱によって賄われる割合が減少し、補助熱源による補助加熱が必要になることが分かる。補助加熱が必要となるのは、太陽光発電電量が増加することによって、電力需要を賄うための燃料電池の稼働時間が減少することが原因である。

図-9 に水素吸蔵合金の導入を考慮した自立型システム（ソーラーコレクター集熱なし）の年間エネルギー収支を示す。太陽光発電電量は12.1 GJであり、水素貯蔵分は8.6 GJ、直接利用分は3.5 GJであった。給湯需要は貯湯槽に蓄えられた熱量から14.2 GJ、ガスボイラから3.8 GJの熱量で賄われる結果となった。ここで年間の電力需要に占める太陽光発電直接利用分と水素貯蔵を介した間接利用分はそれぞれ23%、20%となった。

表-2、図-10 に検討方式と各方式の従来方式と比較した一次エネルギー削減率を示す。ここでは起動・待機時のエネルギー消費は含めていない。従来方式は商用電源とガスボイラ（ボイラ効率：0.75、ボイラ消費電力200W）としている。計算に用いた原単位は、一次エネルギー消費量換算係数：電力9.877 [MJ/kWh]⁵⁾、天然ガス46.005 [MJ/m³]⁶⁾である。比較検討の結果、従来方式（A方式）に対する各方式の一次エネルギー削減率は順にそれぞれ27.5%、34.3%、41.2%、59.8%、58.5%、67.0%という結果となった。同様に二酸化炭素削減率についても従来方式と比較したところ水素吸蔵合金を導入した自立型システムの削減効果が高くなった。

まとめ

北海道大学構内の実験住宅に水素貯蔵システムを導入した場合の自立型次世代ローエネルギーハウスの可能性について検討した。

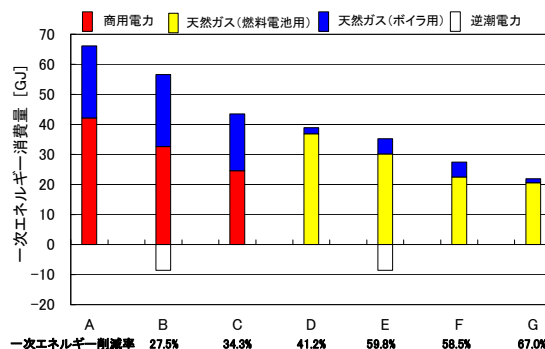


図-10 一次エネルギー消費量の比較

- 1) モノジェネレーション解析を通じて水素吸蔵合金内に蓄えられる年間水素量のピークを賄うために必要となる水素吸蔵合金容量は28.4 kg (11万4千円程度)という結果になった。比較的lowコストでの水素吸蔵合金の導入が可能である。
- 2) 省エネルギー・環境保全性評価を行ったところ水素吸蔵合金を取り入れた自立型システムは従来方式と比較して大きな削減効果が得られる事が分かった。

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)(2)1455087“実証実験に基づく自然エネルギー・燃料電池活用型住宅用複合システムの開発と総合評価”[研究代表者：窪田英樹(北海道大学教授)]によった。

参考文献

- 1) 濱田靖弘ら：自然エネルギーをハイブリッドに活用したエネルギー自律型住宅に関する研究（第2報—実験住宅における運転実績とその評価）、空気調和・衛生工学会論文集, 76 (2000-1), pp. 59~67
- 2) 空気調和設備委員会 住宅の省エネルギー計算法委員会：住宅のエネルギー計算用設定条件のモデル化 (1996-10), 空気調和・衛生工学会
- 3) 省エネルギーハンドブック編集委員会：省エネルギーハンドブック 98 (1998-4), 住宅・建築省エネルギー機構
- 4) 村瀬光則：寒冷地による住宅用PEFCコージェネレーションシステム開発に向けて、コージェネレーション(2002)
- 5) 北海道電力(株)企画部：ほくでん環境行動レポート(2001-6)
<<http://www.hepco.co.jp/kankyoku/repo2001.html>>
- 6) 空気調和・衛生工学会編：都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価(1994-6), 丸善