

1. 水素吸蔵合金を利用する太陽追尾システムの基礎技術開発

ものづくり技術支援グループ ○松村 一弘
 東光電機工業(株) 小林 弘幸
 北海道大学大学院工学研究院 濱田 靖弘
 苫小牧工業高等専門学校 須田 孝徳

1. はじめに

太陽光発電の発電量増加には、太陽電池そのものの性能上(光電変換効率向上)と、太陽電池の運用面の改善(太陽電池への入射光制御)がある。太陽電池は広く知られているように、一般的に南向きで、緯度に合わせた角度で設置すると効率が良いとされている。実際には太陽は東から西へと移動するので、常に理想的な配置で発電するには、太陽の日周運動に合わせて太陽電池の向きを変える必要がある。つまり、太陽を追尾すれば発電量を増加させることが可能である。既存の太陽追尾装置は、追尾方向を予めプログラムするか日射センサーで太陽位置を検出し、モーター駆動で太陽電池の向きを変えており、制御のために常に電力を消費する。これに対して、本研究開発が目指す太陽追尾システムは、わずかな温度差で放出水素圧力が変化する特徴を持つ水素吸蔵合金(以下,MH)を、太陽光の輻射熱で暖めることで駆動に必要な圧力を得るので、電力を必要とせず(エネルギーコストゼロ)、さらに特別な制御装置を必要としないシンプルな構造で、既存装置と比較しローコストで太陽追尾を実現できる可能性がある。この可能性を検討するために、太陽追尾システムには太陽の日周運動(設置地面を基準に水平方向)、太陽高度(設置地面を基準に仰角方向)が必要となるが、発電増加効果の高い水平方向を追尾するシステムを試作し動作実験を行った。

2. 水素吸蔵合金アクチュエータと追尾原理

温度によって水素を吸蔵・放出する MH を利用すれば、図 1 下部に示す温度変化に応じた圧力で動作する水素吸蔵合金アクチュエータ(以下、MHA)を、MH を入れた容器(以下、MH 容器)2 個とピストンシリンダで構成できる。一方の MH 容器を加熱すると水素が放出され、もう一方の MH 容器を冷却すると水素が吸蔵され、ピストン左右のシリンダ内では圧力差が生じピストンが移動する。MHA の構成で示した熱源に太陽の輻射熱を用い、右と左の MH 容器の間に遮光板を設けることで、図 1 に示す太陽追尾システムが構成でき、動作を図 2 に示す。太陽光と遮光板が平行なとき(図 2 左)は、左右の MH 容器は同じように暖められ温度差が無く水素圧力も同じなので、アクチュエータは停止状態にある。時間が経ち太陽が移動すると(図 2 中)、遮光板によって片側の MH 容器は日陰になり温度が低下し水素圧力も低下する。もう一方は太陽光で暖めつけられるので圧力差が生じて、遮光板と太陽光が平行になり左右の MH 容器の温度が同じになるまでアクチュエータが動作(図 2 右)する。そして、太陽が移動すると同じ動作を繰り返す。

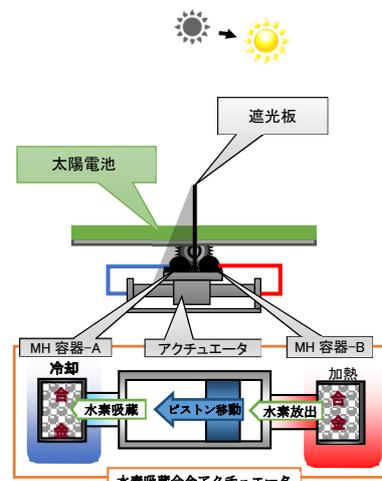


図 1. 水素吸蔵合金を利用する太陽追尾システムの構成

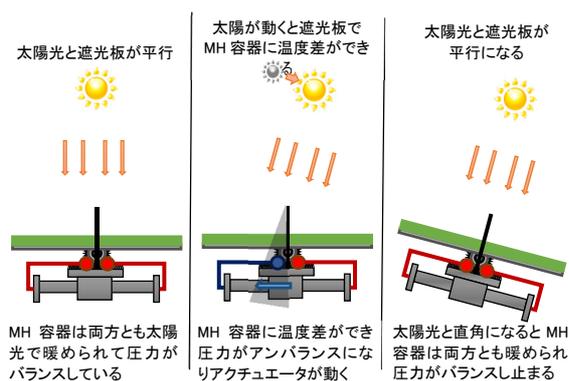


図 2. MHA による太陽追尾の原理

3. 試作システムと実験方法

太陽を水平方向に追尾し、高度方向の仰角 45 度固定のシステムを試作した(図 3 右)。主要構成は、太陽を水平追尾する揺動駆動部、駆動源となる MHA、太陽電池(三菱電機製 PV-MA1100KH:max110W)である。MHA に用いたアクチュエータは内径 40mm、ストローク 300mm で、MH は希土類金属-ニッケル系で図 4 に示す温度-圧力特性を持つ。また、発電量比較対象として、仰角 45 度で同じ太陽電池を搭載した固定タイプも南向きに併設した(図 3 左)。札幌市東区の東光電機工業(株)札幌支店に設置した。

試作システムでは主に、MHA の動作圧力、MH 容器表面等の各温度、追尾角度、発電量、併設した固定タイプでは発電量を計測している。実験は 2015 年 11 月 1 日から開始し、現在も継続中である。



図 3. 固定タイプと試作システム

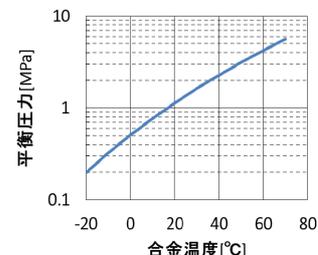


図 4. MH の温度-圧力特性

4. 実験結果

試作システムを設置後、図 5 に示す様に太陽を追尾し東から西に動作することを確認した。なお、翌朝には東(太陽)に向かって動作し、太陽を捉えると、東から西に前日と同じ動きを観察した。



図 5. 試作システムの動作例 (2015/11/1)

発電量として 2015 年 11 月 1 日～12 月 31 日の計測結果例を図 6 に示す。この図の上段は天候と降雪量、下段は試作システムと固定タイプの発電量および日射量である。この期間、除排雪を行わなかったため、晴れているときは図 6 から試作システムの発電量が固定タイプより多いが、累計発電量はどちらも 10kWh で差が無い結果となった。しかし、降雪日と翌日以降のパネルに積雪のある状態を除けば試作システムの方が 7.0%多く、NEDO 日射量データベースを用いた図 6 と同じ期間の推定累計発電量が 8.3%増加であることから、同程度であり追尾効果が確かめられた。

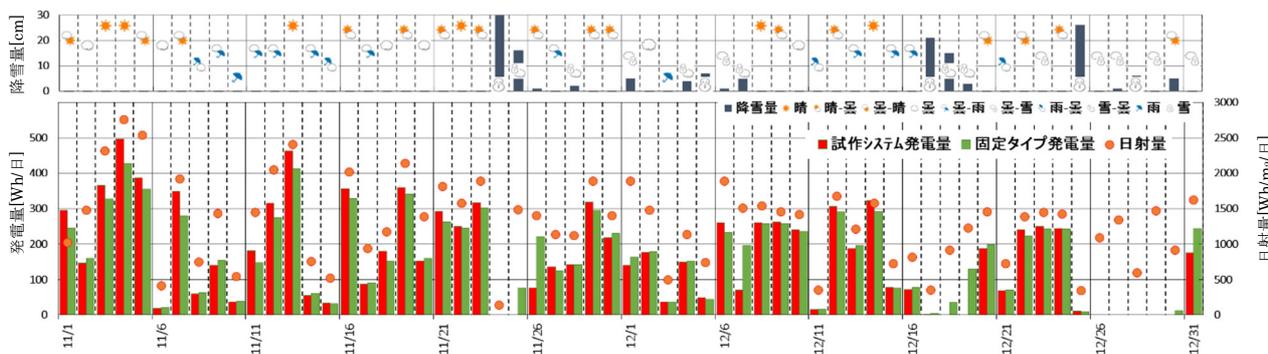


図 6. 発電量-日射量-天候 (2015/11/1-2015/12/31)

5. まとめ

太陽光を熱源とする無電源で自律駆動する太陽追尾システムの実用化を目標に、仰角固定の水平方向追尾システムを試作し動作実験を行った。その結果、日射量の少ない冬季間でも、太陽を追尾したことで原理が実証され、発電量も増加することが認められた。今後、実験を継続し夏季の発電量増加効果を検証しつつ、仰角方向追尾機構検討や、製品化に向けたコスト試算等を進める予定である。

本研究開発は国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)から受託した平成 24 年度研究成果展開事業研究成果最適展開支援プログラム FS ステージ探索タイプの研究成果を活用し、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から受託した平成 27 年度新エネルギーベンチャー技術革新事業[フェーズ A]で実施したものである。関係各位に深く感謝する。