

山田風車の運転結果

金田 昭久*・真鍋 惇*

Operation Results of Yamada Type Wind Driven Generator

Teruhisa Kaneda. Atsushi Manabe

Abstract

A wind energy conversion system was assembled with a small-scale wind driven generator (Yamada type) of rated output 1 KW, storage batteries of 24 V×600 AH and fluorescent lamps. This system was operated for 333 days for the period Aug. 1982 to July 1983.

In the average of daily energies, the wind energy of 13.1 KWH was inputted to the cross section (11.34 m²) of rotating blades, 1.07 KWH of which was converted to electric energy and 0.89 KWH was used for the lighting.

The relation between mechanical efficiency and wind characteristics was discussed.

The mean generation efficiency and the mean transfer efficiency of the energy throughout the system were evaluated as 8.2% and 6.8%, respectively.

From these further problems were discussed.

1. ま え が き

自然エネルギーの利用が注目されて久しいが、風エネルギーの有効利用を目的とした研究が多くなされてきた。風エネルギーの利用システムの開発を研究する上では、その地点での風エネルギー特性に適合したエネルギー消費形態を考えていかなければならない。

我々は前回¹⁾、本校において、定格出力200Wの小型風力発電機を使用し、モデルシステムの実証運転の結果を報告してきた。本論文では、定格出力1kWの小型風力発電機(山田風車)を使用し、貯蔵用バッテリー、照明機器からなるシステムを構成し、1982年8月から1983年7月までの一年間の運転結果とシステムの特長について明らかになった点を報告する。

2. 実 験 方 法

使用した風力発電機は日の丸プロ製作の天風一型である。これは直径3.8mの2枚翼ブレードと定格出力1kW、

24Vの自励分巻式発電機とからなる。強風時の安全方式はアップ式制御方式で、ブレードに加わる風圧と機構の重量との釣合で、風速に応じて姿勢を変え、ブレードの受ける風圧がほぼ一定となる様に設計されている。

設置場所は前回報告¹⁾と同じ宇部工業高等専門学校(宇部市常盤台)の化学棟屋上で海拔50mである。風向風速計との距離は8m、高さは同一である。Fig 1に風車の写真を掲げる。

利用システムおよび計測系のブロック図をFig. 2に示す。エネルギーの利用方法は学校建物内の照明用とし、30W、24Vのサークライン蛍光灯を実験室内と廊下に5個設置した。点灯の時間は日曜、祭日などの休日および土曜の午後を除く毎日、週日は9時から17時まで、土曜は9時から12時までとした。データ整理の都合上、1日の期間を9時から翌日の9時までとした。

エネルギー貯蔵用バッテリーは12V、200AHのものを2個直列にして1組とし、これを3組並列に接続した。(24V、600AH)風速のデータは30分毎に平均値が求められ、発電電力量、消費電力量はシャントを介して積算

* 宇部工業高等専門学校機械工学科

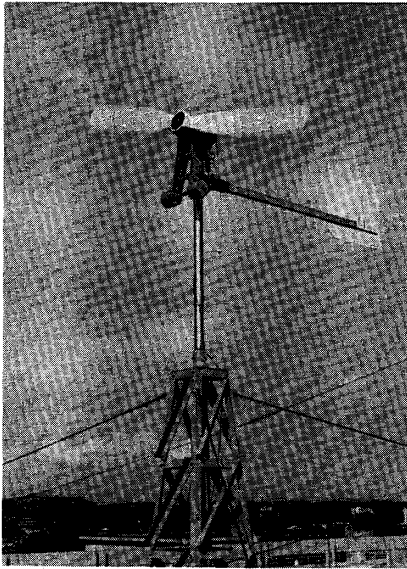


Fig. 1 風力発電機 山田風車

発電電力量は合計 356 KWH で日平均値 1.07 KWH である。消費電力量は 合計 296 KWH で、日平均値は890 WHであった。利用状況は、最初30Wの蛍光灯 4 個点灯でスタートしたが、発電電力量の多かった8月には終夜点灯したり、逆に少なかった10月にはバッテリーの過放電を防ぐため点灯しない日が半月あまりになった。その後、発電電力量の増減を見ながら、蛍光灯の点灯数を3個にしたり4個にしたりした。1983年2月の中旬より5個に設定して定常的な消費形態になった。Table 1 の平均消費電力の値にそのことが現われている。

運転期間中に発生した故障はただ一件である。1983年6月12日16時頃、発電機にとりつけていた回転計の導線が、発電機の+端子と風車支持ポール上部にある+端子とを結ぶリード線にからまり、リード線が断線状態となった。修理に2日間要した。それ以外の故障はなく風車は順調に稼動した。

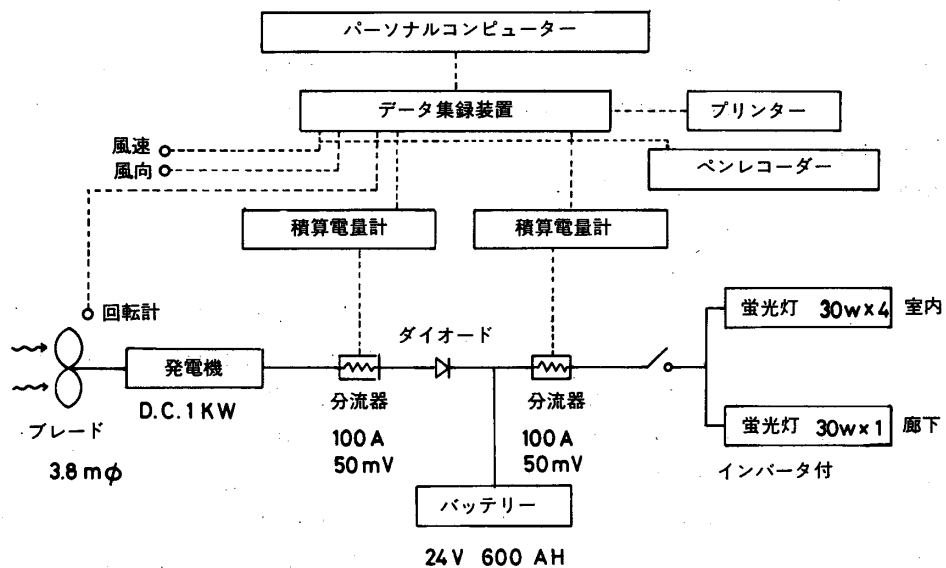


Fig. 2 システムのブロック図

電量計で計測し、共にペンレコーダーに記録した。

3. 運転結果とその分析

3.1 運転経過

1982年8月から1983年7月までの運転日数は333日で、運転ができなかったのは故障による2日、商用電源の停電による9日の計11日であった。これよりシステムの稼働率は97%になる。

各種のデータを月別に集計したものを Table. 1 に示す。

3.2 発電効率と風エネルギー特性

風エネルギー利用システムを評価する上で重要な、発電効率と風エネルギー特性との適合性について次にみていく。

風速と発電電流との変動を2ペンレコーダーに記録し、その対応するピーク値を読みとって求めた、風速-電流特性を Fig. 3 に示す。Fig. 3 から計算した機械効率の風速依存性を Fig. 4 に示す。風車の起動風速は1.3m/s 付近であるが、発電を開始するのは風速4.5m/s からである。運転期間中の風況曲線を Fig. 5 に示す。平均風速は

Table 1 山田風車の運転結果

年月	運転 日数	平均 風速	風エネルギー 密度	発電 電力量	発電 効率	消費 電力量	平均消 費電力	エネルギー 伝達効率
		m/s	KWH/m ²	KWH	%	KWH	W	%
1982	28	3.38	40.89	43.80	9.4	34.68	202	7.5
8								
9	19	2.22	8.39	3.92	4.1	11.66	93	12.3
10	31	2.38	15.60	16.80	9.5	6.07	33	3.4
11	30	2.76	36.44	41.57	10.1	22.49	120	5.4
12	28	2.36	20.66	27.54	11.8	36.80	214	15.7
1983	26	2.64	21.81	28.73	11.6	19.41	127	7.8
1								
2	28	3.30	51.53	35.80	6.1	24.16	147	4.1
3	25	3.20	39.04	28.36	6.4	29.25	163	6.6
4	30	3.79	53.71	48.02	7.9	28.60	163	4.7
5	31	3.18	35.20	27.00	6.8	27.73	161	6.9
6	28	2.74	24.68	21.70	7.8	28.51	158	10.2
7	29	3.08	35.72	32.83	8.1	26.34	158	6.5
全期間	333	2.92	383.67	356.07	8.2	295.7	145	6.8

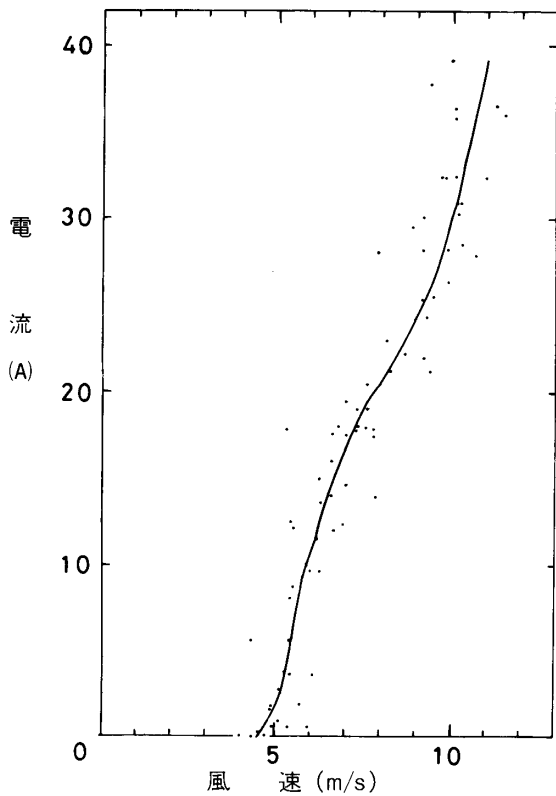


Fig. 3 風速—電流特性

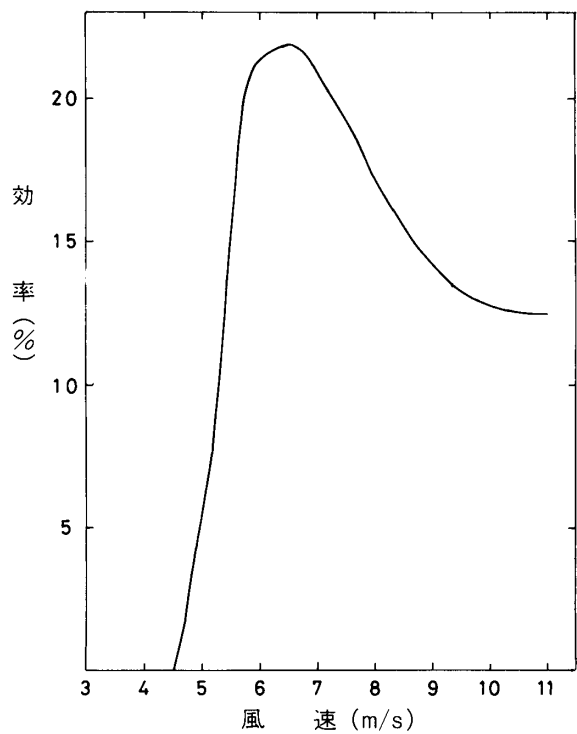


Fig. 4 風力発電機の機械効率

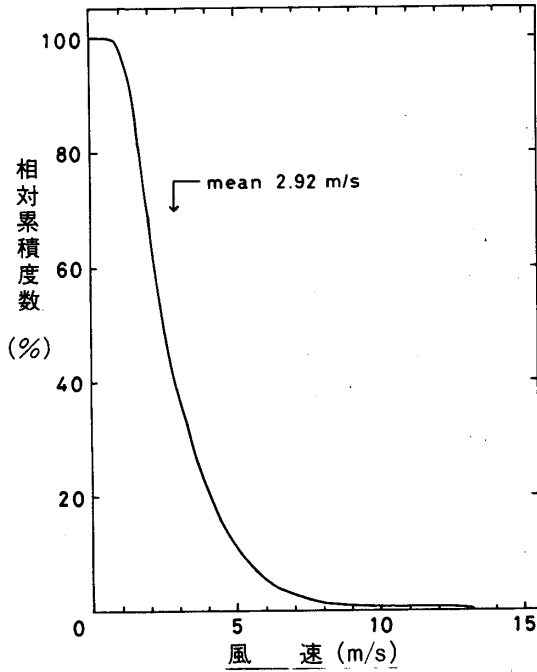


Fig. 5 風況曲線

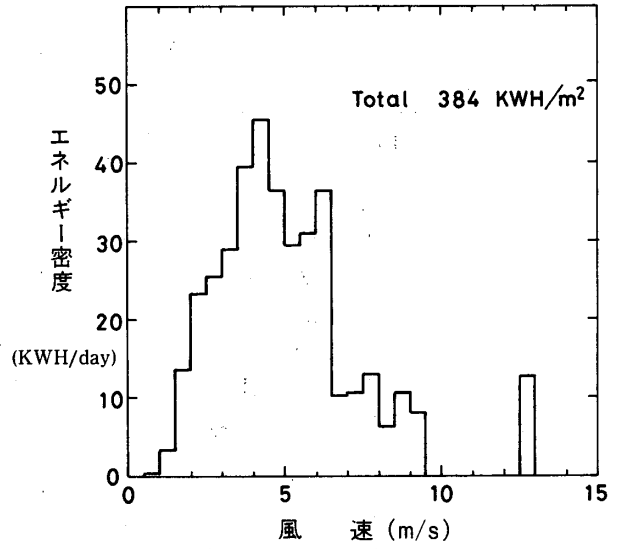


Fig. 6 風エネルギー密度の風速依存性

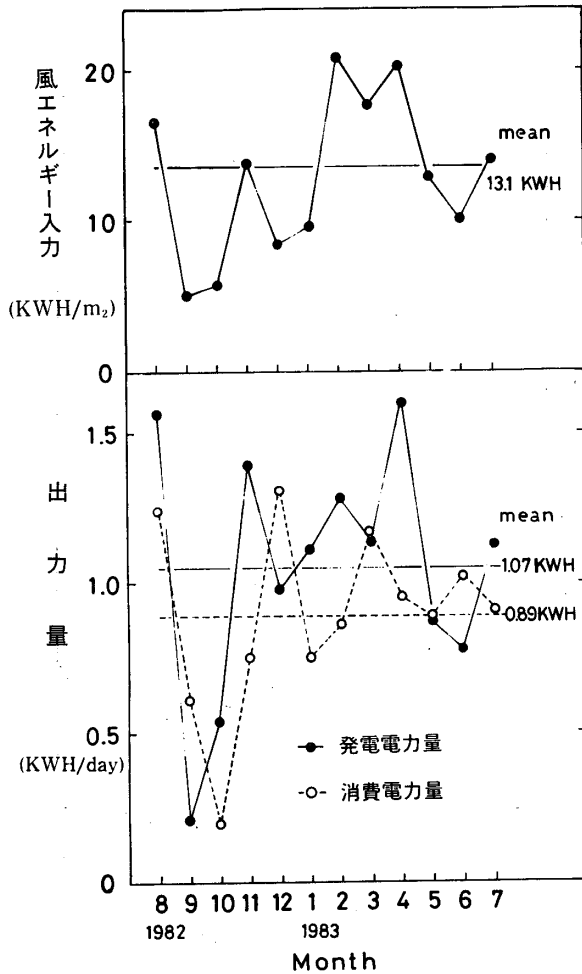


Fig. 7 風エネルギー利用システムのエネルギー収支の月別変化

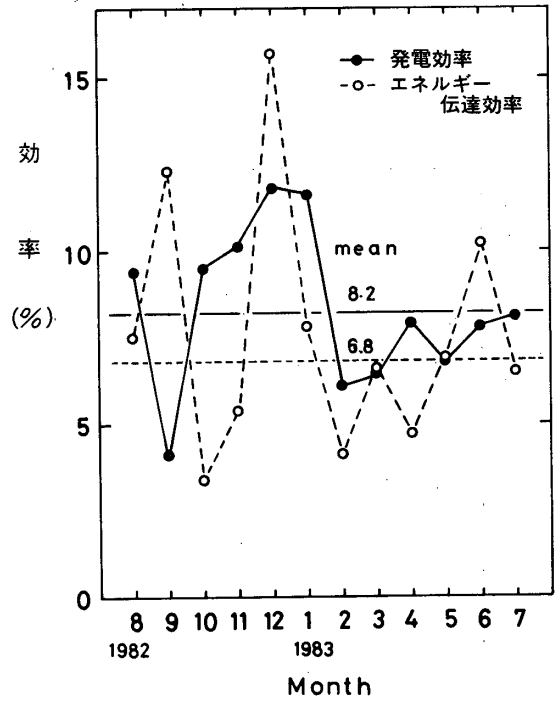


Fig. 8 風エネルギー利用システムの発電効率とエネルギー伝達効率

2.92m/sであった。風エネルギー密度の風速依存性を Fig. 6 に示す。一日あたりの平均値は 1.15 KWH/m²であった。

Fig. 4 と Fig. 5 とを比較すると風力発電機の発電開始風速である4.5m/s 以上の風が全体の15%と少ない様であるが、Fig. 4 と Fig. 6 とを比較すると次の様なことが言える。まず発電開始風速以下の風のエネルギー量が全体の40%余りある。この運転期間中に関して言うと発電開始風速は少し高めである。また風エネルギー密度の最大値を与える風速は4.5m/s 付近であり、機械効率の曲線は4.5m/s から立ち上がり、6.5m/s で最大値となっている。二つの最大値のずれは大きい。

この二点について既に報告した^{1) 2)}1980年および1981年の風エネルギー密度の風速依存性と対照してみる。4.5m/s 以下の風のエネルギー密度は全体の16%に減少し、エネルギー密度の最大値を与える風速は6~7 m/s で、機械効率の最大値を与える風速と非常によく一致している。この事は発電機と風エネルギー特性との適合性を評価するのに、数年のデータで判断するのではなく、長期間の観測が必要である事を意味する。

3.3 システム全体としての特性

利用システムの月別のエネルギー収支を Fig. 7 に示す。相互の比較が出来る様に各々一日あたりの量で表わしている。ブレードの回転断面積11.34m²で得られる風エネルギー入力量は平均で 13.1 KWH/day の値となっている。その内、平均 1.07 KWH/day が電力として得られ、平均0.89 KWH/day が利用機器で消費された。電力に変換されたエネルギーの83%が消費されたことになる。

この期間全体について次のことが言える。この地点での風エネルギーは既に報告したように、冬・春に多く、夏・秋に少ない。この期間の風エネルギー入力量の曲線はその傾向を示している。消費電力量については、初期は発電量の増減をみながら消費形態を変化させたので発電電力量に追随する形で変化している。1983年2月の中旬からは消費形態を30Wの蛍光灯5個に限定したのでほぼ一定の値になっている。

システムの特性を表わす発電効率とエネルギー伝達効率を Fig. 8 に示す。各々の平均値は発電効率8.2%、エネルギー伝達効率6.8%である。またバッテリーの充電効率として83%の値が得られた。発電効率およびエネルギー伝達効率は前回の実験に比べ共に低い値となっている。これらの値を上げるために、発電機の機械効率を高める

ことが今後の課題である。

4. 今後の課題

本研究について今後の課題と思われる点を述べる。

風エネルギーを利用するシステムにおいて発電効率を高めるため、風力発電機の機械効率を上げることがまず重要な問題である。

本実験で採用した山田風車は前述した様にアップ式制御方式である。風速6 m/s 付近でブレードが傾き始めるのでそれ以上の風速では効率が下がってきている。本機にはブレードの傾きとバランスをとるため、発電機の下にカウンタウエイトが4個取り付けられている。この数を増やすか、質量の大きいものと交換することによってもっと大きい風速時の風エネルギーを得、機械効率を高めることが可能であると考えられる。

次に消費形態に関して、バッテリー容量および消費電力量の設定の適正さという問題がある。1983年2月の中旬から消費形態を30Wの蛍光灯5個に限定し、システムは順調に稼働し、この間のバッテリー充電効率は85%である。この値は高いのではあるが残りの15%を考えてみると、これはバッテリーの過充電によるものと自己放電によるものが考えられる。ダミー回路の設置やバッテリーの電圧値と充電量との関係を求めることによって、より適正な消費形態を求めることができる。

過放電を防止する機構をシステムに組み入れることも考えなければならない。

参 考 文 献

- 1) 真鍋 惇, 金田昭久, 山根彌生, 竹重正雄: "風エネルギー利用システムの運転結果と特性" 宇部工業高等専門学校研究報告, 29, 5, (1983)
- 2) 真鍋 惇, 山根彌生, 金田昭久: "宇部市域における風エネルギー特性(1)" 宇部工業高等専門学校研究報告, 28, 57, (1982)

(昭和58年9月13日受理)