

# 寒冷地における太陽光発電システムの 諸特性 (第4報)\*

仲村 宏 一\*\*

山城 迪\*\*

(昭和62年4月30日受理)

## The Characteristics of a Photovoltaic System in a Cold District (No. 4)

by Koichi NAKAMURA and Susumu YAMASHIRO

Since we constructed a photovoltaic system in 1984 at the energy conversion system laboratory of the natural energy laboratory in our university, we have collected and analyzed data from the photovoltaic system for the purpose of grasping some special characteristics in a cold district.

In this paper, we report the following subjects.

- (1) The output and the temperature characteristics of the photovoltaic system in a cold district.
- (2) The tilting angle of the photovoltaic solar module in a cold district.

### 1. ま え が き

本学の自然エネルギー実験室エネルギー変換システム研究室では、太陽光発電システムを導入し、1984年より積雪寒冷地固有の特性把握を目的に、各種データの収集・解析を行っている。

今回、これまでに得られた測定データをもとに

- (1) 寒冷地における太陽光発電システムの発電量と、その温度特性
- (2) 寒冷地における太陽電池の設置角度

についての検討結果を報告する。

### 2. システムの概要

今回、考察の対象にしている太陽光発電システムを図1に示す。本システムは、多結晶太

\* 電気学会全国大会において一部口頭発表 (昭和62年4月)

\*\* 北見工業大学電気工学科

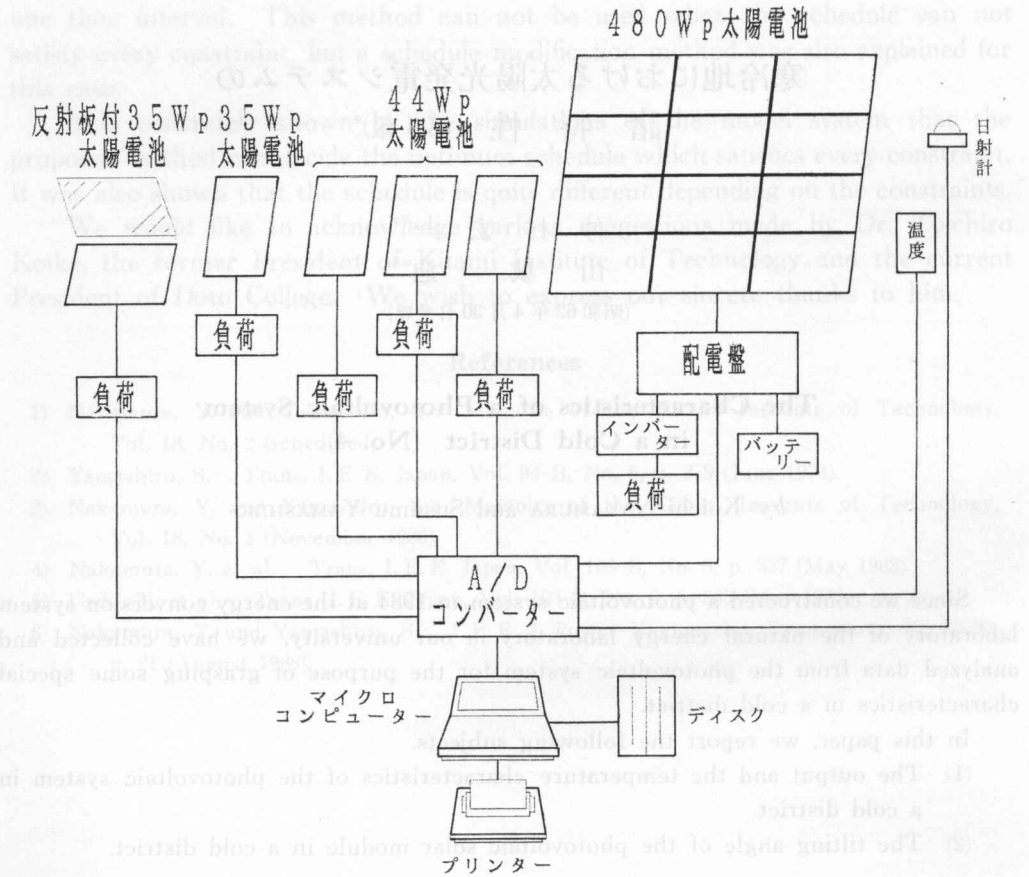


図 1 太陽光発電システム

陽電池モジュール (40 Wp) を 2 直列 6 並列で構成した 480 Wp アレイ (仰角 45°, 方位角 0° に設定) に、配電盤を通してバッテリーとインバーターを接続した系統と、多結晶太陽電池モジュール (44 Wp) 3 台をそれぞれ、仰角 45°, 60°, 90° に設置し、直接負荷に接続した 2 つの系統からなっている<sup>2)</sup>。

### 3. 実験結果および考察

#### (1) 太陽光発電システムの発電量と、その温度特性

1984 年 1 月から 1986 年 12 月までの、480 Wp 発電システムの 1 日当りの平均発電量、平均 45° 傾斜面全天日射量、平均温度を月別に表すと、図 2 になる。また、計測期間における、平均 45° 傾斜面全天日射量、平均発電量、平均温度、平均効率を求めると表 1 になる。図 2 において、日射量と発電量がほぼ比例していることがわかり発電量および日射量は月ごとに変動し、最大となる 4 月の発電量 (2075 Wh/日) は最低の 12 月 (1124 Wh/日) の約 1.8 倍にもなり、自然環境に影響される太陽光発電の特色が示されている。

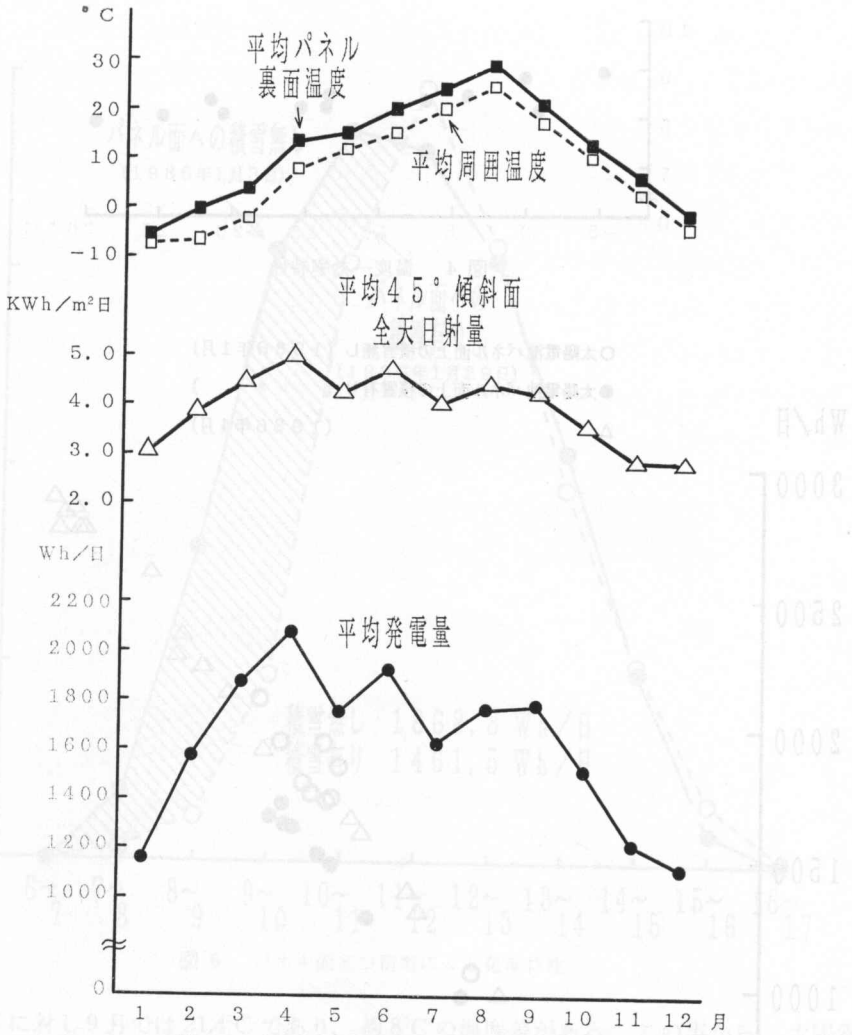


図2 480 Wp 発電システム平均発電量

表1 1日の平均値

45°傾斜面全日射量 (kWh/m <sup>2</sup> ·day)	発電量 (Wh/day)	パネル裏面温度 (°C)	周囲温度 (°C)	効率 (%)
3.95	1620.1	12.2	8.3	8.4

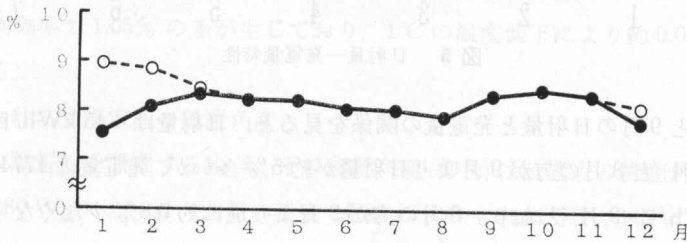


図4 平均効率

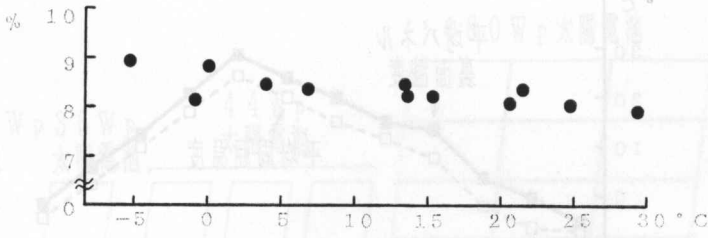


図4 温度—効率特性

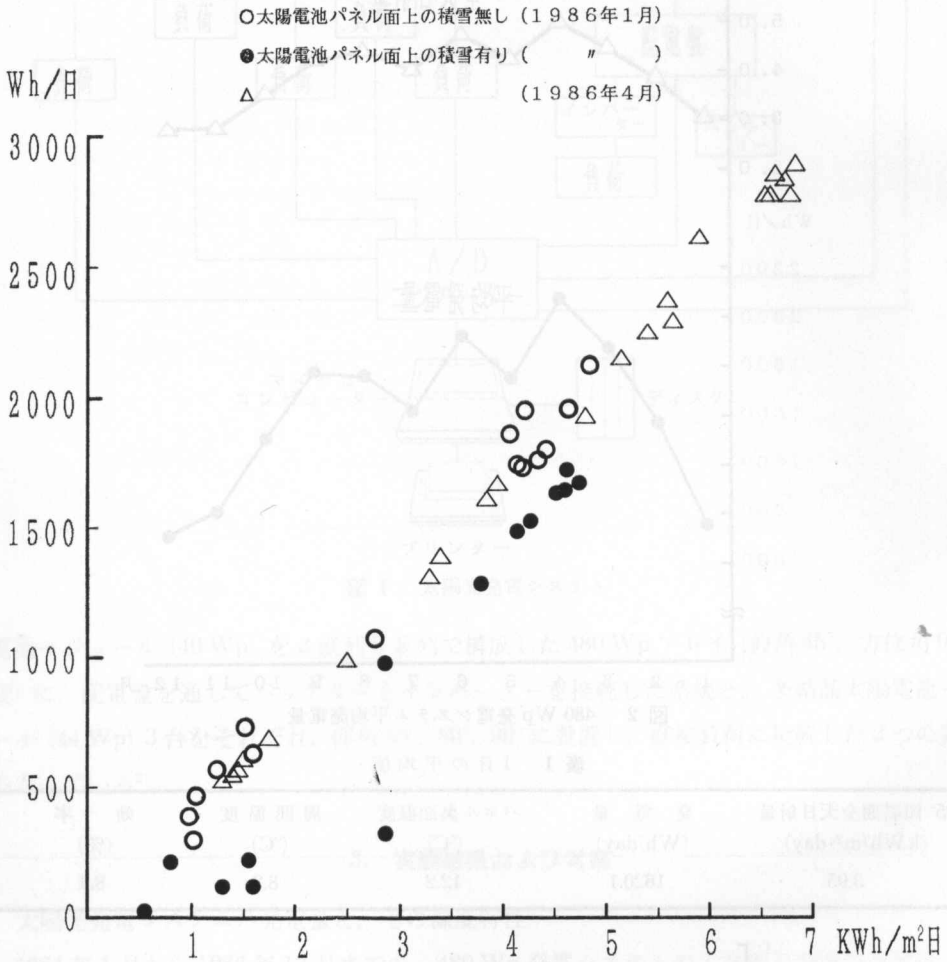


図5 日射量—発電量特性

一方、8月と9月の日射量と発電量の関係を見ると、日射量は4.45 kWh/日(8月)に対し4.24 kWh/日(9月)と8月の方が9月より日射量が約5%多いが、発電量は1774.7 Wh/日(8月)に対し1789.5 Wh/日(9月)となり、8月の方が9月より逆に約0.8%少なくなっている。この原因として太陽電池の温度特性が考えられる。8月と9月の平均パネル裏面温度を調べると、

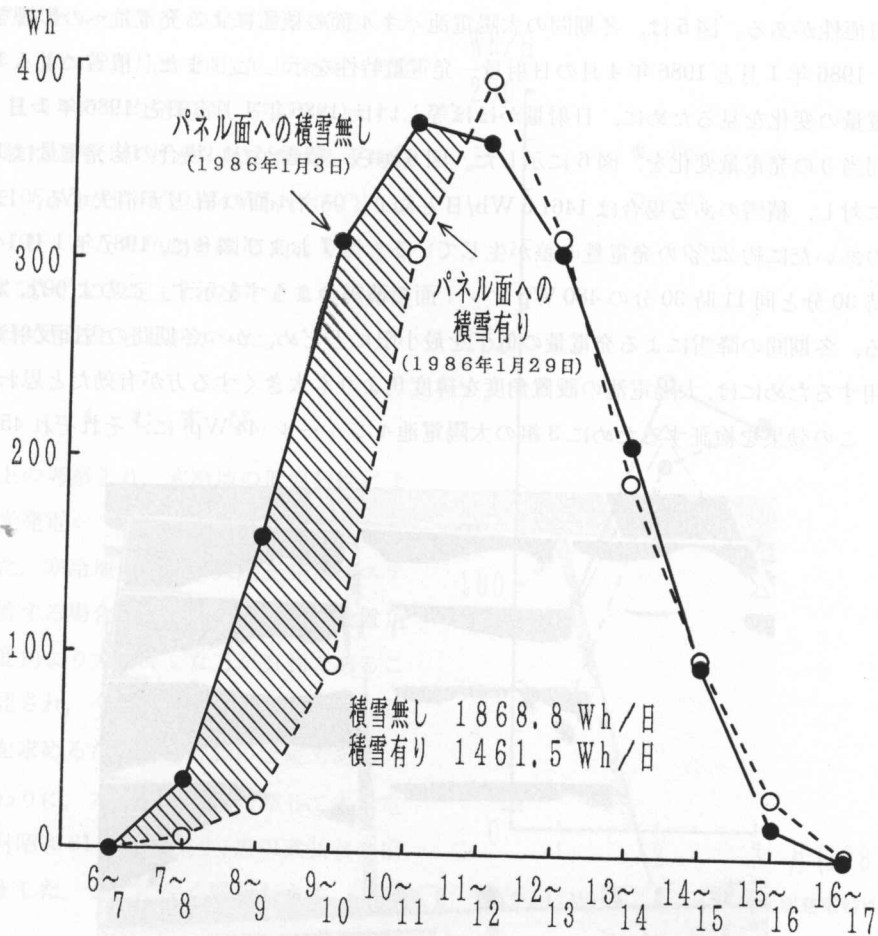


図6 パネル面上の積雪による発電特性

8月が29.2°Cに対し9月では21.4°Cであり、約8°Cの温度差がある。この事から、太陽電池の“セル温度が1°C上昇すると出力は約0.5%低下する”温度特性のため、日射量の多い8月よりも、温度の低い9月の方が発電量が勝ったと考えられる。次に、月別の1日当りの平均効率と温度—効率特性を求めると、それぞれ図3および図4になる。図3において点線は、冬期間の太陽電池パネル面上の積雪による出力低下分を補償した場合を示す。図3および図4より、太陽電池パネル裏面温度の最も高い8月(29.2°C)と最低の1月(-5.3°C)を比べると温度で34.5°C、平均効率で1.05%の差が生じており、1°Cの温度低下により約0.03%の効率向上が示されている。

(2) 寒冷地における太陽電池の設置角度

一般に、太陽電池を設置する場合、その設置角度(仰角)は設置点の緯度角が採用されており当研究室の480 Wp アレイは、北見の緯度(北緯43°49′)にはほぼ等しい45°に設定している。しかし、寒冷地においては、その設置角度により冬期間の降雪のため期待される発電量が得ら

れない可能性がある。図5は、冬期間の太陽電池パネル面の積雪による発電量への影響を見るために、1986年1月と1986年4月の日射量-発電量特性を示した。また、積雪による1日当りの発電量の変化を見るために、日射量がほぼ等しい日(1986年1月3日と1986年1月29日)の1時間当りの発電量変化を、図6に示した。図6から、積雪がない場合の総発電量は1868.8 Wh/日に対し、積雪のある場合は1461.5 Wh/日となり、パネル面の積雪が消失する、ほぼ12時までのあいだに約22%の発電量の差が生じている。図7および図8に、1987年1月14日の午前9時30分と同11時30分の480 W<sub>p</sub>アレイ面の積雪のようすを示す。このような、寒冷地における、冬期間の降雪による発電量の低下を最小限にとどめ、かつ冬期間の雪面反射光を有効に利用するためには、太陽電池の設置角度を緯度角よりも大きくする方が有効だと思われる。そこで、この効果を検証するために3組の太陽電池モジュール(44 W<sub>p</sub>)に、それぞれ45°、60°、

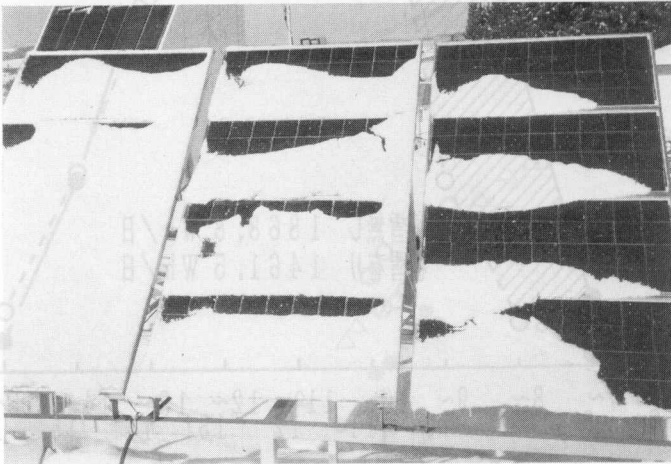


図7 480 W<sub>p</sub>アレイ上の積雪(1987年1月14日, 午前9時30分)

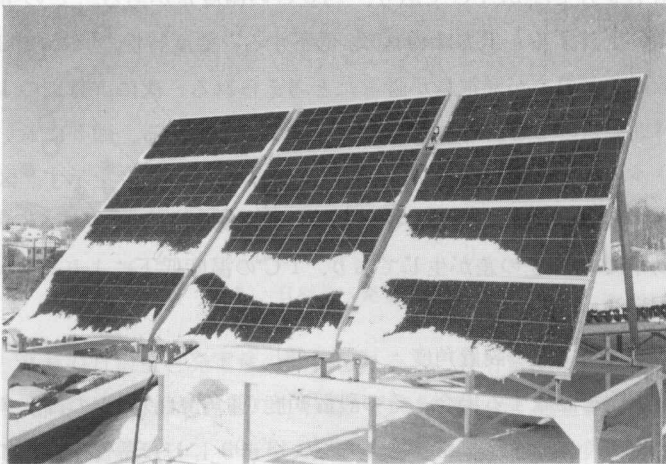


図8 480 W<sub>p</sub>アレイ上の積雪(1987年1月14日, 午前11時30分)

90°の角度を与えて、その発電量を測定した。1987年1月から3月まで測定した結果(角度別の1日当りの平均発電量)を図9に示す。この実験により、1月と2月における平均発電量は106 Wh/日(45°), 124 Wh/日(60°), 117 Wh/日(90°)となり角度を緯度角より大きく60°および90°に設定した方が、より多い発電量が期待できることがわかった。

#### 4. むすび

以上の考察より、寒冷地の低温特性による太陽光発電システムの有効性を確認した。

また、寒冷地において太陽光発電システムを設置する場合、冬期間においては設置角度を緯度角より大きくした方が有利であることが確認され、今後、年間を通して最適な設置角度を求めるため長期計測の予定である。

終わりに、本研究の実験に際して本学電気工学科昭和61年度卒業生、黒田武弘君の協力を得ました。ここに深く感謝します。

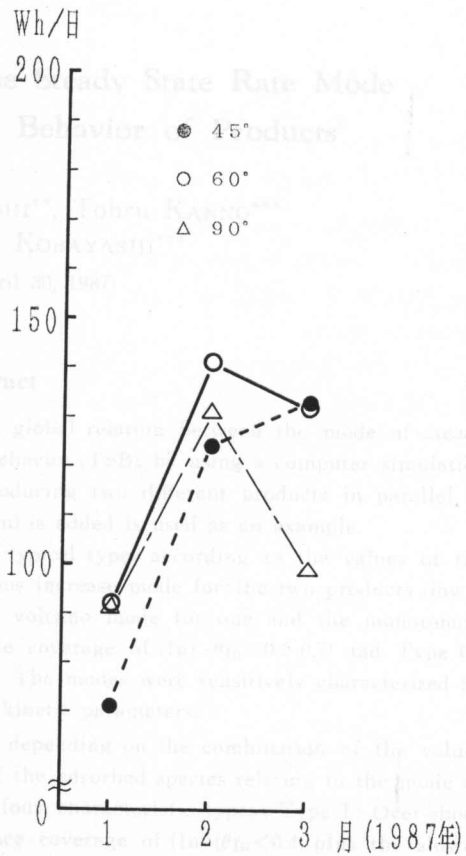


図9 44 Wp モジュールの角度別発電特性

#### 参考文献

- 1) 仲村・山城: 太陽光発電システムの寒冷地特性, 電気学会全国大会講演論文集 [11], No. 1190, p. 1533 (昭和62年4月).
- 2) 仲村・山城: 寒冷地における太陽光発電システムの諸特性 (第3報), 北見工業大学研究報告, 第18巻第2号, p. 187 (昭和62年3月).

#### 1. Introduction

Industrial engineering, a parallel consecutive reaction producing a useful state is basically important. Olefine oxidation to produce epoxides, for example, has been considered as follows:

Department of Industrial Chemistry, Kansai Institute of Technology 930 Suita, Osaka, Japan.

The paper was presented at the Hokkaido regional meeting of the Chemical Society of Japan in the winter period of 1986.

\*\* Chemical Environmental Engineering

\*\*\* Department of Industrial Chemistry.