

ソーラーパネルの雪国における効率と設置方法の調査研究(3)

Study on the installation of solar panels in a snow country -3-

後藤 哲男
GOTO Tetsuo

キーワード：ソーラーパネル 壁面設置 反射板
Keywords：solar panels wall installation reflective plate

It is a report to continue for two years. I performed a design of the setting of the sun panel and the production installation of the footstool in 27. I show below specifications and the installation angle of the panel. There is the setting place of 15 pieces of solar panel on Tsukiyama in the NID. I installed six pieces of 24 pieces of panels in the north, south, east and west surface vertically newly in this year and there was no light reflector in 30 degrees, the second piece and the third piece and installed a light reflector in four, five, six and I changed each interval

1. はじめに

2年前から続く報告である。平成27年度はソーラーパネルの設置の設計と架台の制作、取り付けを行った。パネルの仕様と取り付け角度を以下に示す。15枚のソーラーパネルの設置場所は長岡造形大学の校地内の築山の上である(写真1)。本年は新たに24枚のパネルを6枚東西南北面に垂直設置した(写真2,3)。最上段のパネルを30度、上から2枚目と3枚目は反射板なし、4,5,6枚目には反射板があり、それぞれの間隔を変えて設置した(図面1)。

1-1. パネルの仕様

・ maximum power (Pmpp)	290 W
・ open circuit voltage (Voc)	44.3 V
・ short circuit current (Isc)	8.75 A
・ maximum power votage (Vmpp)	35.6 V
・ maximum power current (Impp)	8.15 A
・ series fuse rating	20 A
・ tolerance of pmpp	0~+3%
・ dimension	1956×990×50
1000W/m2	25℃ AM1.5
・ measuring uncertainty of power	±3%

表1 計測装置の機器

反射パネル	：ステンレス鏡面仕上げ1800×1800
照度計	上向き：EIKO MS-602 7.00 μV/w・m ² impedance 58ohm 下向き：EIKO MS-602 6.97 μV/w・m ² impedance 60ohm
データロガー	：チノーKE3200-E00
シャント抵抗	：YOKOGAWA 分流器2215-08：15A/50mv



写真1 ソーラーパネル設置状況(冬)

1-2. 本年度取り付けけたパネルの仕様

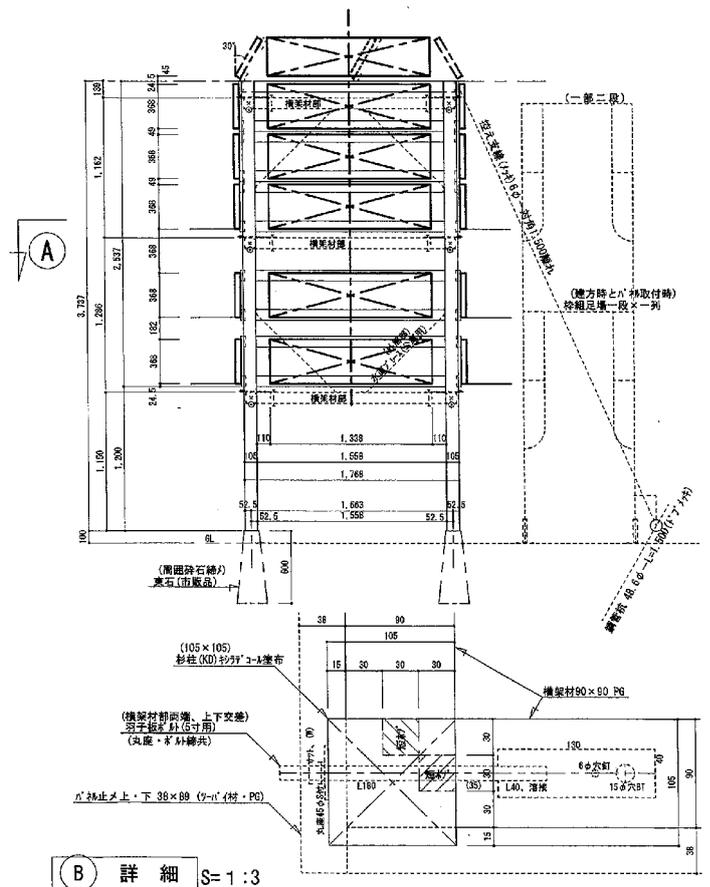
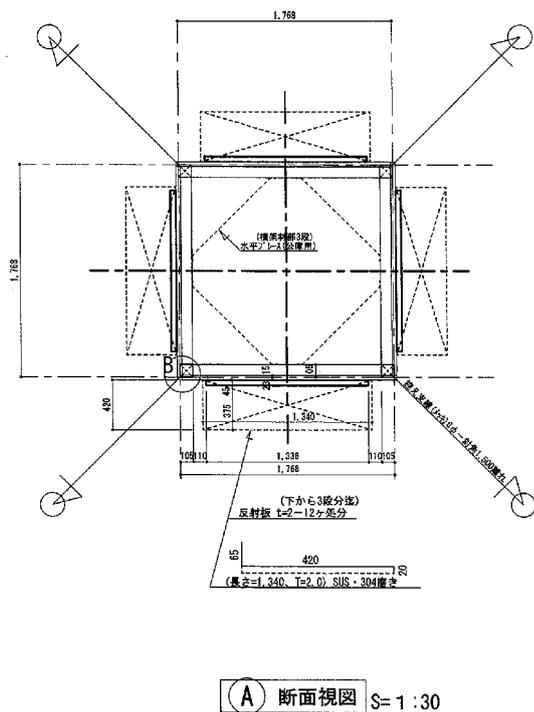
Sun Cherry Solar SCS-M070AA

外形寸法 368×1,338×45 7.5kg 24枚

・ maximum power (Pmpp)	70 W
・ open circuit voltage (Voc)	10.22 V
・ short circuit current (Isc)	9.25 A
・ maximum power votage (Vmpp)	8.33 V
・ maximum power current (Impp)	8.41 A
・ 実効変換効率	18.3 %
・ 反射板寸法	1340×375 ステンレス鏡面仕上げ



写真2 新規ソーラーパネルの設置



図面1 新規取り付けソーラパネルの図面（ノンスケール）



写真3 新架台

反射板間隔	5-6枚目間	550mm
	4-5枚目間	736mm
	4枚目は上部に障害物なし	

1-3. 本年度の狙い

本研究の主題はソーラパネルの垂直設置（壁面設置）と反射板の有効性に関するデータ収集である。初年度は

シミュレーションプログラムを構築することにより、その有効性について確認した。次年度の2015年には写真1に示す観測ソーラパネルを様々な角度と方位に設置し、南面については反射板を設置してデータ収集を開始した。そのデータ分析から垂直設置のある程度の有効性と南向き垂直設置の場合の反射板の効果を確認した。以上の結果から本格的に各方位に対しての垂直設置パネルの効率の確認と反射板付きとした場合の有効性の検証を目指している。

最上段のパネルは30度に傾けた。これは、これまでの観測結果からほぼどの月も30度傾けた時が最も効率が良かったことによる。シミュレーションによれば、最大効率は必ずしも30度ではないが、パネルの設置に限界があるため、ここでは30度が最大効率であるとした。次に上から2番目と3番目のパネルは垂直設置、4番目のパネルには反射板を取り付けた。この3枚の条件は4枚目が反射板を持っているために最も有利だが、4枚目の反射板の影響を少なくとも2枚目と3枚目を含めた3枚が受けるはずであり、影響の範囲を確かめるために行う。次に、5枚目と6枚目には反射板をつけ一番下が550mm間隔、下から2番目が736mmの間隔として、反射板間隔の違いによる発電量の差を確認するため計測する。

2. 昨年度のデータ解析（一昨年度設置分）

2-1. 垂直設置の効率と反射板の有効性

旧パネルのデータ収集は昨年度の6月から開始され、その6月分のデータは不十分となった。7月から5月の11ヶ月分のデータの表示において最大値のみに注目する（表1, 2）。太陽高度の高い7月においては南向き水平設置のパネルが発電し、トータルで約150MJであった。8月、9月は南向き30度が最大値を示し、約142MJ, 130MJとなる。9月に発電量が落ちる原因は雨および曇りの天候

の影響が考えられる。10月、11月は太陽高度がさらに下がるため45度の太陽パネルが最大値を示し、約130MJ、と65MJの結果である。11月は極端に発電量が落ちている。太陽高度の差によって最大値を得る角度が変化することが明らかになったわけだが、年間を通してみた場合30度が最大値を代表するとみてよいとした。

東西向き30度設置のパネルの性能もそれについて優秀である。東西パネルの差はほんの少しであるが、常に東面が劣り、さらに南面が劣るという傾向である。11月に

表1 月別発電合計（2015年6月～11月）

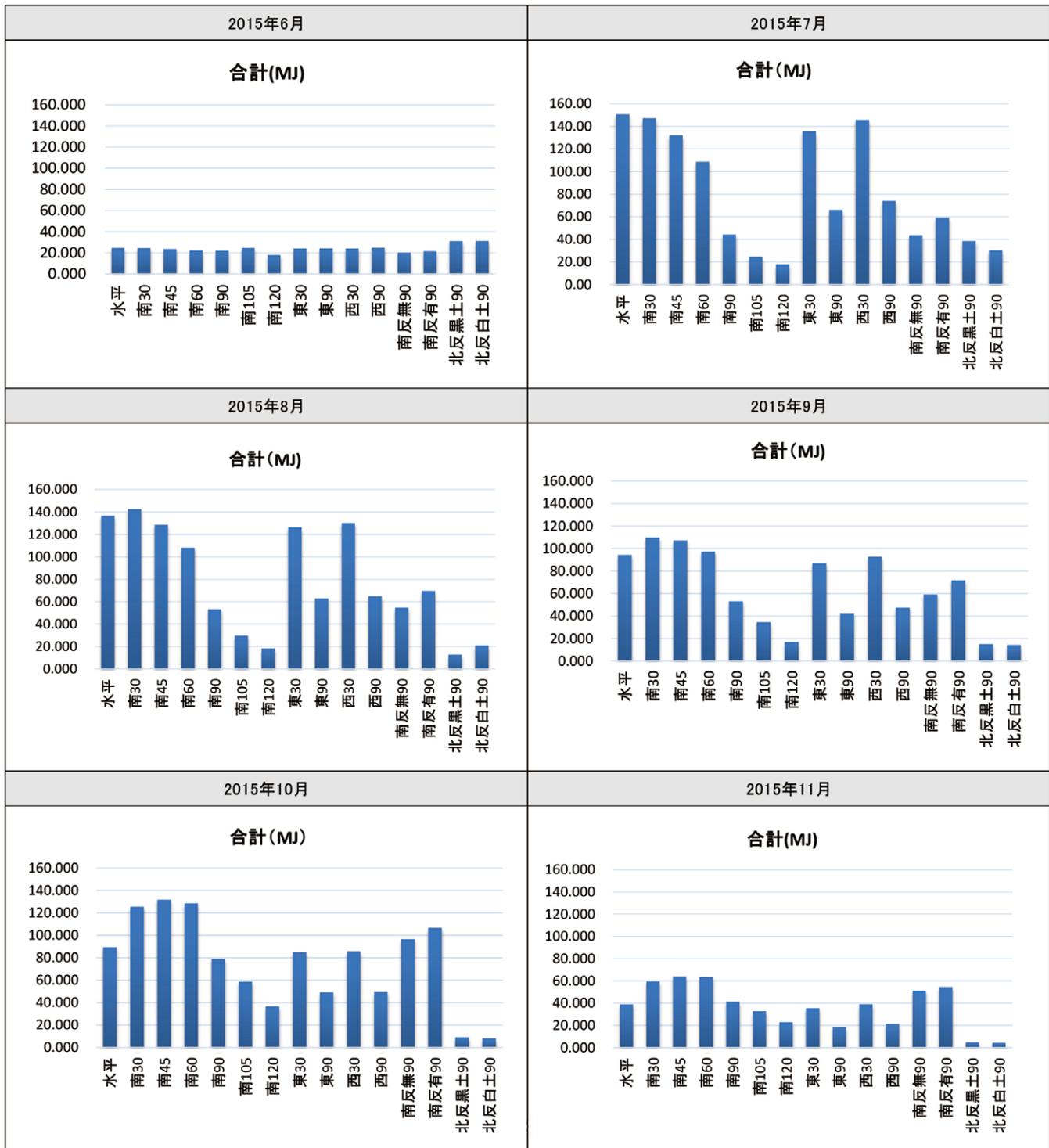
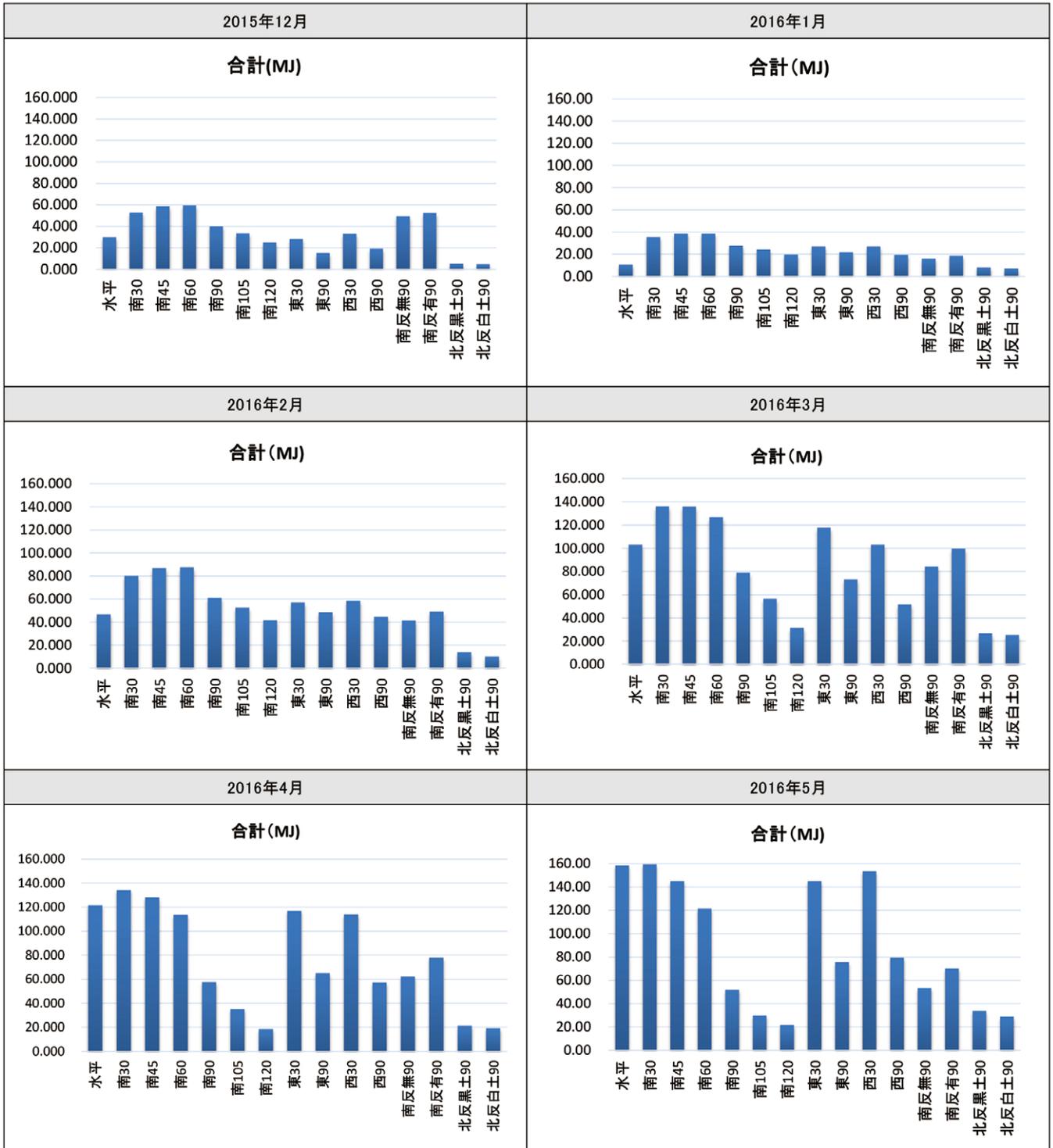


表2 月別発電合計 (2015年12月～2016年5月)



については南 45 度、ついで 60 度の成績が良い。これは太陽高度がますます低くなっていることを示している。

南面の反射板有りのパネルの成績は以上 3 枚の効率よりも 5 ヶ月のうち 4 ヶ月成績が上という結果となった。さらに垂直設置の 3 枚のパネル (南 90, 東 90, 西 90) を比較してみる。7 月から 11 月の 5 ヶ月間では常に西 90 の値が他の 2 枚よりも高く、74MJ, 63MJ, 48MJ, 50MJ, 21MJ の結果である。

その西面垂直設置と反射板付き南 90 度を比較すると 74MJ → 60.63MJ → 79.48MJ → 72.50MJ → 108.21MJ → 55 以上の 4 ヶ月については、反射板付きのパネルの有効性が証明されたことになる。

以上の傾向は冬の期間も続いている。2015 年は 12 月にはほとんど雪がつもらなかったため南反射板有りのパネルの性能は発揮したが、雪のある 2 月、3 月は差はあまり見られない。

表3 月別設置状況写真・熱画像（2016年2月～5月）

2016年2月				2016年3月			
全体	南反無90	南反有90	全体	全体	全体	全体	全体
2016年4月				2016年5月			
南反無90	南反有90	北反黒土・白土90	西90	全体	南反無90	南反有90	全体

表4 南向き各角度の発電割合

	南 30	南 45	南 60	南 90	南 105	南 120
平均電力 (MJ)	100.627	98.402	91.400	50.933	36.464	24.045
割合 (%)	100.0	97.8	90.8	50.6	36.2	23.9

※南 30 を 100 とした場合の割合

表5 東向き・西向き各角度の発電割合

	東 30	東 90	西 30	西 90
平均電力 (MJ)	82.136	46.937	83.919	46.183
割合 (%)	100.0	57.1	100.0	56.2

※東 30 と西 30 を 100 とした場合の割合

今回はソーラーパネルの表面温度の計測も行っているが、各月の観測時に各パネルを熱画像に修めたものを参考までに掲載する（表3）。正確なことは言えないが、パネル面は温度が高いことだけはこの画像で一目瞭然であるが、25度をさかんに実効効率が変化+と-に転ずることは2015年の前報で述べたとおりである。

2-2. 月別の発電量の変化

2-2-1. 南向きパネル

表6は南向きパネルの月別の発電量を示している。

概ね上向きのパネル30度45度60度を左列に、垂直からさらに下向きになるパネル90度105度120度の3枚を右列に並べている。各月間の発電量に関わる傾向はほぼ同じであり、かなり天候に左右されていることがわかる。各パネル間における違いには先に述べたように、太陽高度によりかなり影響していることがわかる。

2015年は9月、11月、12月の天候が芳しくない。

表4はそれぞれの角度の発電量を平均したものである。最大のパネルが南30度であり、平均値は100.627MJとなっている。それを基準とした時の各パネルの発電量の割合も示す。南向き、角度60度までは概ね9割以上の性能があるがこれが垂直設置になると51%に性能が落ちる。さらに、南105度で36%、南45度で24%と落ち込むことになる。この時点で、下向きの太陽光パネル設置が発電にはかなり不利である。概ね1/4の性能しか出現できないことになる。

2-2-2. 東西向きパネル

表5は東西向きのパネル30度と90度設置のものを基準とした場合の垂直設置の割合である。南の場合よりは垂直設置の割合が多く、東西面については少し大きくなる。また東面よりも西面の垂直設置が効率がよい。東西面の垂直設置は東向きでは午前中のみ西面では午後のみが直達光の受光となり、それ以外は反射光による発電となることによる。

以上の結果から、課題となる垂直設置の場合の最大値に対する発電量の量的割合が実測値をもって明らかになってきた。

表6 南向き各角度毎の月別発電合計

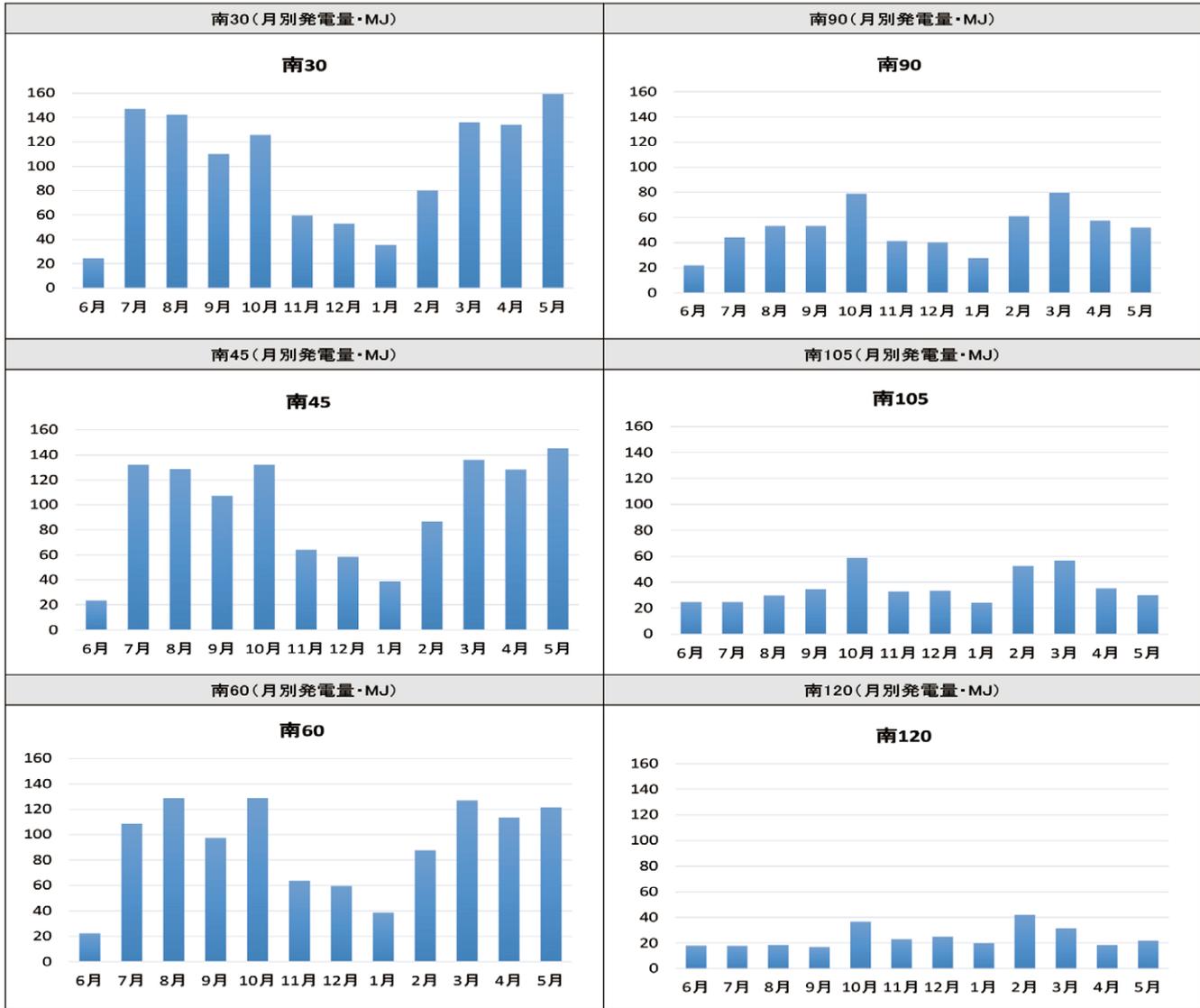
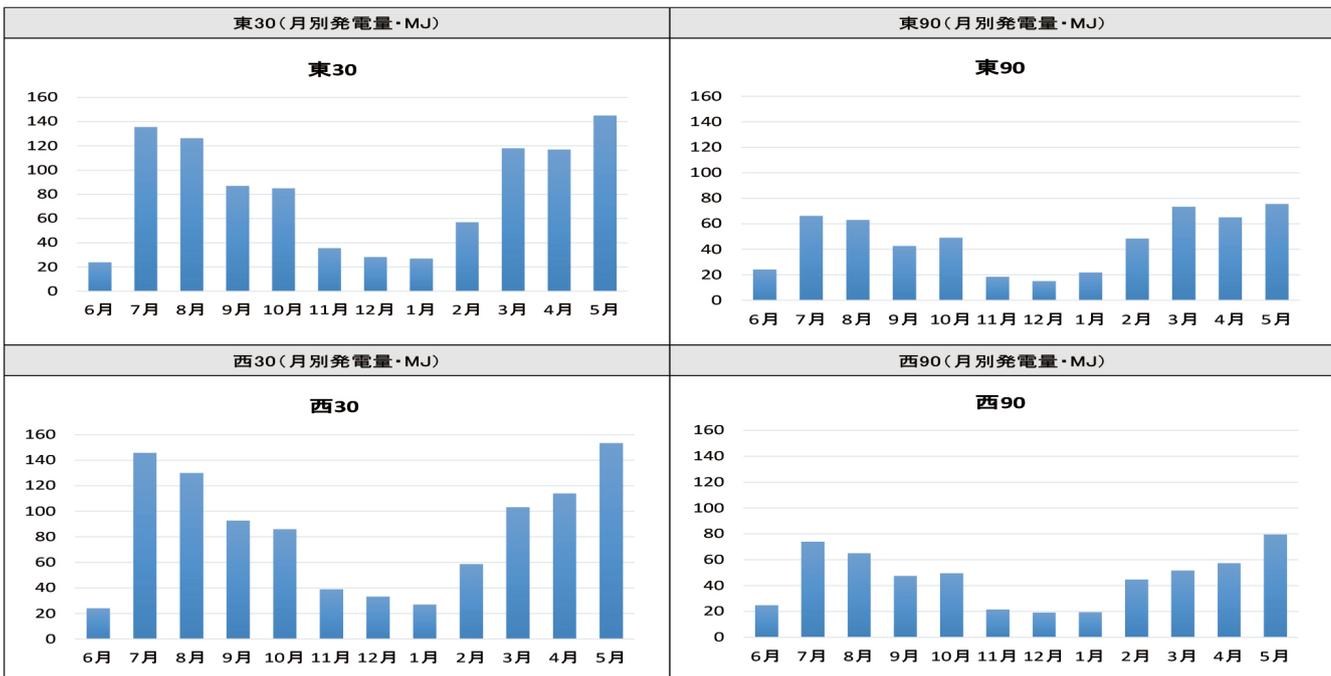


表7 東西向き各角度毎の月別発電合計

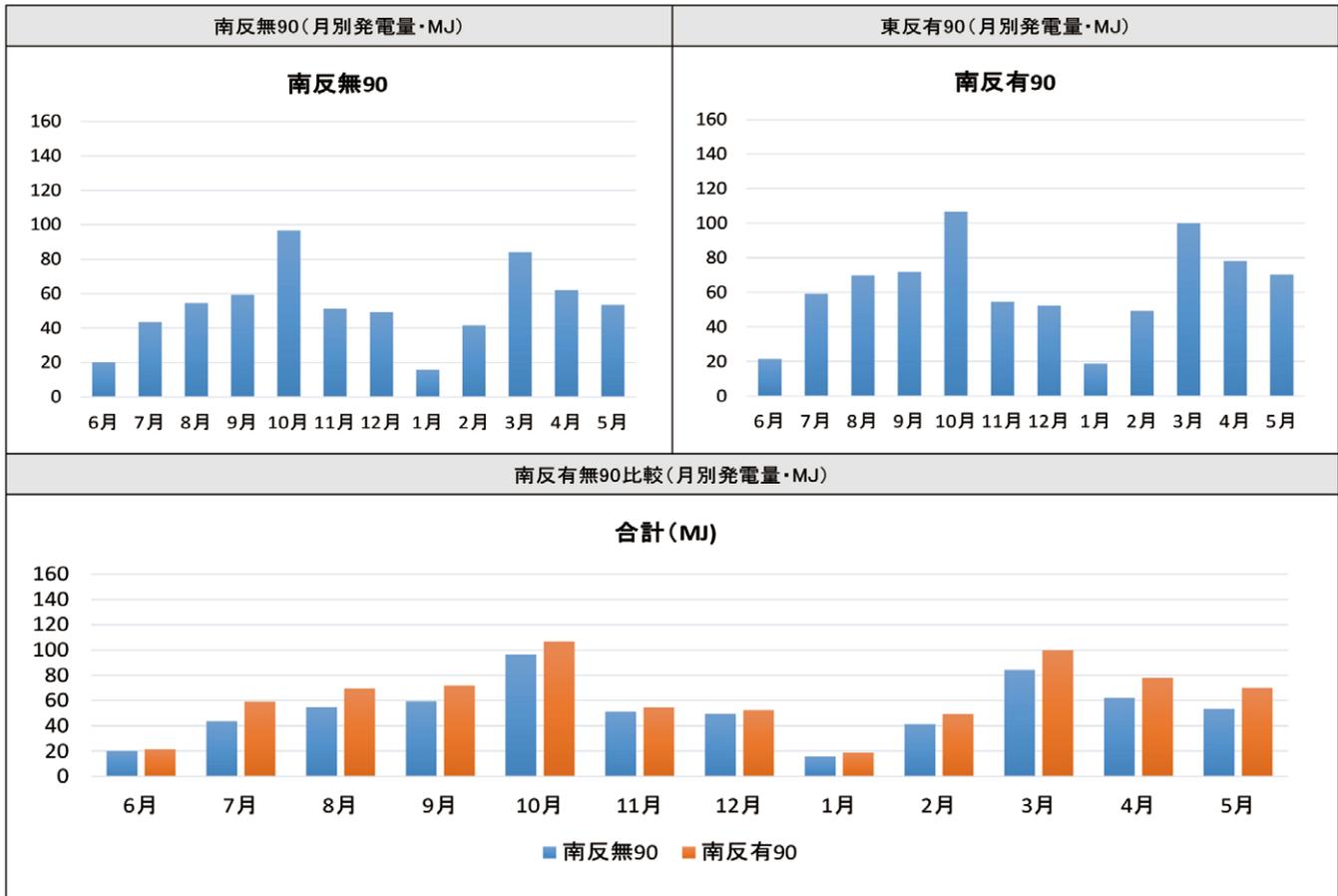


2-3. 反射板付き垂直パネルの有効性

表8の下図は反射板無しの南向き90度設置のものと反射板付き南向き90度設置の発電量の比較である。

明らかに、反射板付きの方が発電量は多いことが裏付けられた。

表8 南向き90°反射有無の月別発電合計



3. まとめ

反射板付きのパネルは南向きの垂直設置に限定してデータの収集をしたのが昨年度までの調査での限界であった。本年度は東西南北の各面に反射板付きのパネルを3枚と反射板なしを2枚、30度のもの1枚を設置した実験装置を設置した。現時点(2016年10月31日)では計測を開始していないが、本年度中には計測装置も完成し、データの収集を開始することになっている。一方、昨年から可動して実験データは継続が必要である。その理由は、筑波館野で気象庁が計測している天空日射と直達日射の量は毎年変化しており、より確実なデータとするためには長い年月のデータを積上げる必要がある。

10月の発電量が最大になっている。表6によると10月に最高となるのは南45度、南60度のパネルである。これは太陽高度が影響したものと言える。

本年度の観測装置は現実的なメガソーラータワーのミニチュア版と考え、超高層ビルの壁面の窓以外のところをソーラーパネルで覆い、窓面に直接太陽光を入れないようにするルーバー面に反射パネルを設置してより効率を高めることを念頭においた実験装置である。

この実験装置の発電量のデータ蓄積はそのメガソーラータワーの発電量をシミュレーションする上でも有効であると考えている。