

県営太陽光発電所の発電状況について

(平成28年4月～平成29年3月)

1 発電電力量等

平成28年度の発電電力量、供給電力量、設備利用率の実績を(表-1)に示す。

(表-1)

(平成28年4月1日～平成29年3月31日)

項目	合計(4～3月)	H28年4月	H28年5月	H28年6月	H28年7月	H28年8月	H28年9月	H28年10月	H28年11月	H28年12月	H29年1月	H29年2月	H29年3月
発電電力量 (kWh)	H28実績(a)	1,275,873	144,896	144,956	128,064	143,079	156,017	103,151	117,411	77,902	41,455	45,225	55,642
	H27実績(b)	1,379,169	143,932	183,332	139,633	158,001	120,907	119,159	126,200	71,363	59,667	36,922	89,917
	計画(c)	1,120,978	124,016	130,164	111,125	107,891	123,976	96,005	84,877	57,872	42,772	52,548	73,316
	差(a-b)	-103,296	964	-38,376	-11,569	-14,922	35,110	-16,008	-8,789	6,539	-18,212	8,303	-34,275
	前年比(a/b)	92.5%	101%	79%	92%	91%	129%	87%	93%	109%	69%	122%	62%
	計画比(a/c)	113.8%	117%	111%	115%	133%	126%	107%	138%	135%	97%	86%	76%
供給電力量 (kWh)	H28実績(a)	1,257,992	143,154	142,917	125,751	140,350	152,902	101,196	116,095	77,101	40,979	45,017	55,173
	H27実績(b)	1,356,338	142,140	180,320	136,760	154,470	118,040	116,960	124,490	70,350	58,240	36,540	89,170
	計画(c)	1,050,420	116,487	122,351	104,103	101,046	116,450	90,036	79,529	54,018	39,340	48,723	68,837
	差(a-b)	-98,346	1,014	-37,403	-11,009	-14,120	34,862	-15,764	-8,395	6,751	-17,261	8,477	-33,997
	前年比(a/b)	92.7%	101%	79%	92%	91%	130%	87%	93%	110%	70%	123%	62%
	計画比(a/c)	119.8%	123%	117%	121%	139%	131%	112%	146%	143%	104%	92%	80%
設備利用率 (%)	H28実績(a)	14.4%	19.9%	19.2%	17.5%	18.9%	20.6%	14.1%	15.6%	10.7%	5.5%	6.1%	8.2%
	H27実績(b)	15.5%	19.7%	24.2%	19.0%	20.8%	15.9%	16.2%	16.7%	9.8%	7.8%	4.9%	12.8%
	計画(c)	12.0%	16.2%	16.4%	14.5%	13.6%	15.7%	12.5%	10.7%	7.5%	5.3%	6.5%	10.2%
	差(a-b)	-1.1%	0.1%	-5.0%	-1.5%	-1.9%	4.7%	-2.2%	-1.1%	0.9%	-2.3%	1.1%	-4.6%
	供給÷発電	効率(%)	98.6%	98.8%	98.6%	98.2%	98.1%	98.0%	98.1%	98.9%	99.0%	98.9%	99.5%

「供給電力量」：東北電力㈱及び㈱やまがた新電力に供給した電力量

「発電電力量」：太陽光パネルで発電し、パワーコンディショナー(PCS)からの出力された電力量

「計画」：NEDO(新エネルギー産業技術総合開発機構)の検討支援ツール(STEP-PV)によるシミュレーション結果から設定した値。陰や積雪による影響は考慮していない。

「設備利用率」：発電規模1,000kW×24時間×日数を100%とした場合の供給電力量の率

「効率」：供給電力量÷発電電力量 計画では概ね94%

① 平成28年度全体の傾向

供給電力量は、前年度の93%、計画の120%となった。平成28年度は平成27年度ほど天候に恵まれず日射量も下回っていたため、供給電力量(発電量)が昨年を下回る結果となった。特に5月、12月及び2月は昨年度を大きく下回っている。

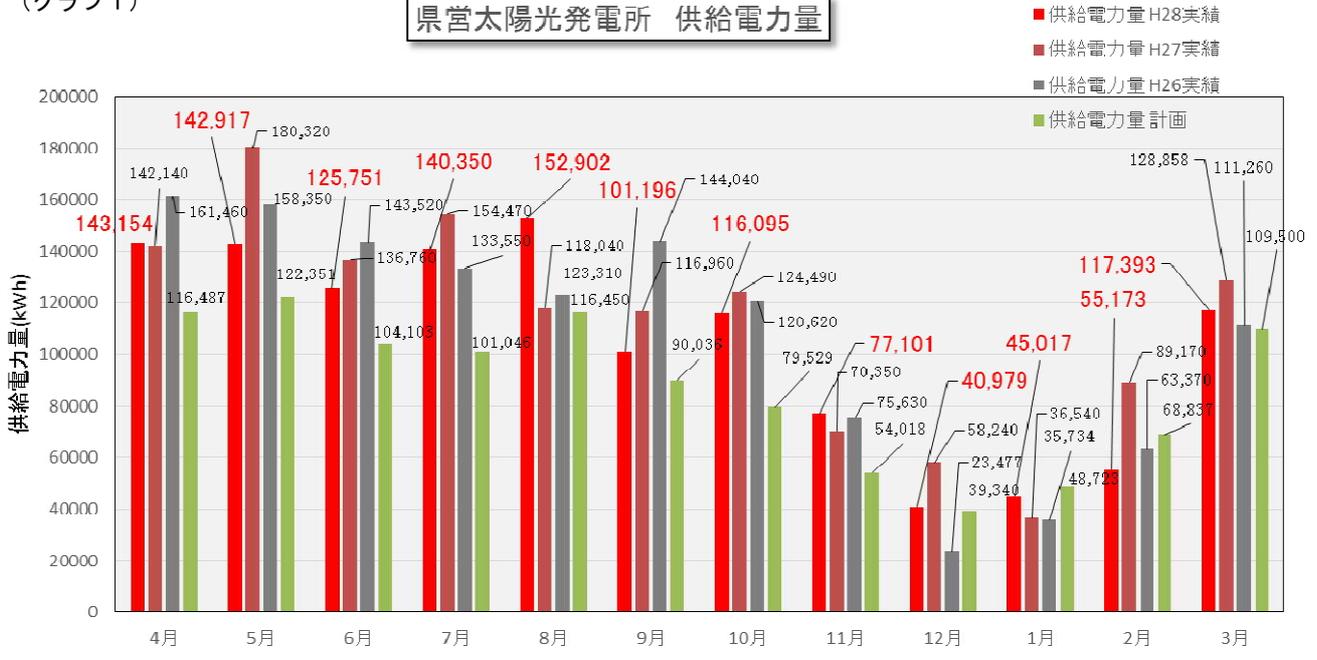
5月は日射量(村山市)が前年の84%、日照時間が前年の80%、12月は日射量が前年の82%、日照時間が前年の69%、2月は日射量が前年の75%、日照時間が前年の57%と大きく下回ったためである。

平成27年度は暖冬であったため、冬期間の発電電力量が多かったが(H27.12～H28.3の供給実績は計画の117%)、平成28年度は平年並(H28.12～H29.3の供給実績は計画の97%)であった。

供給電力量を(グラフ1)に、日射量を(グラフ2)に、発電電力量を(グラフ3)に示す。

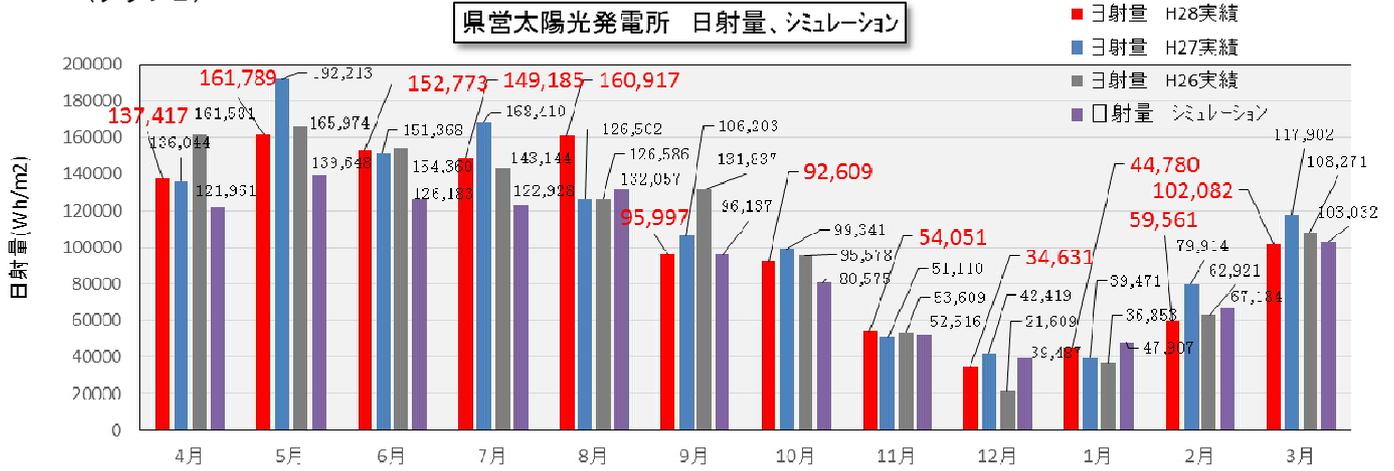
(グラフ1)

県営太陽光発電所 供給電力量



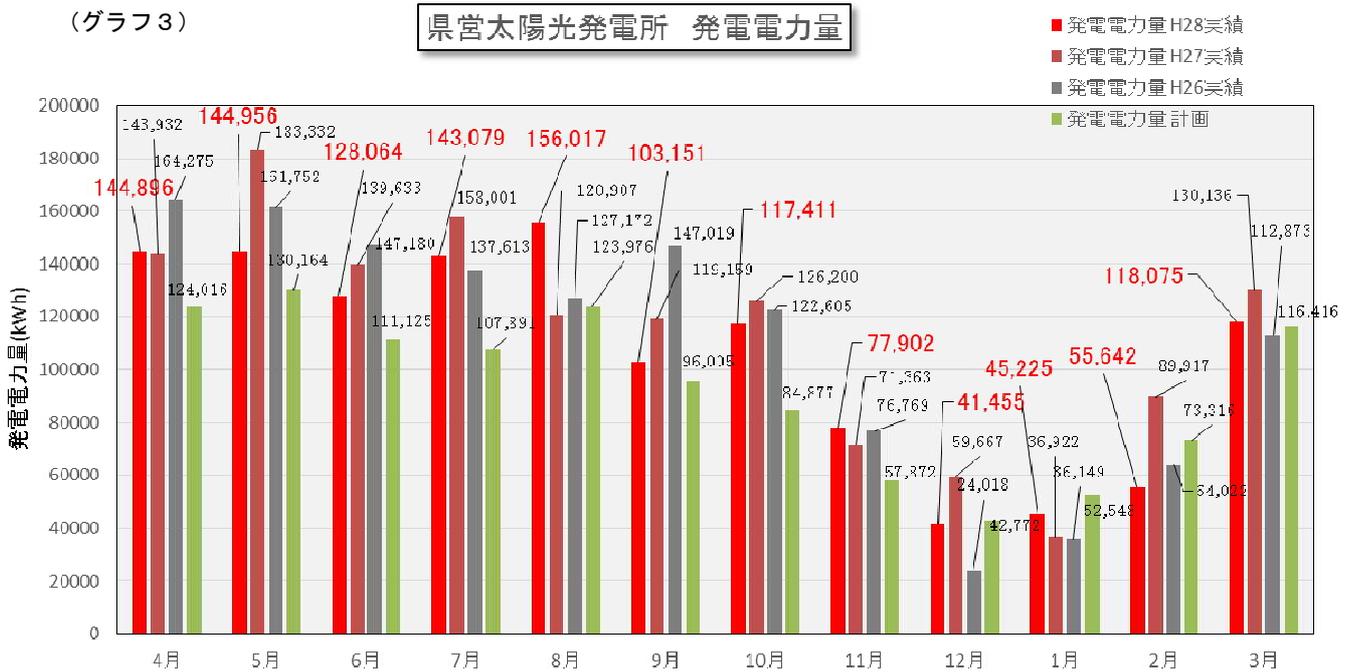
(グラフ2)

県営太陽光発電所 日射量、シミュレーション



(グラフ3)

県営太陽光発電所 発電電力量



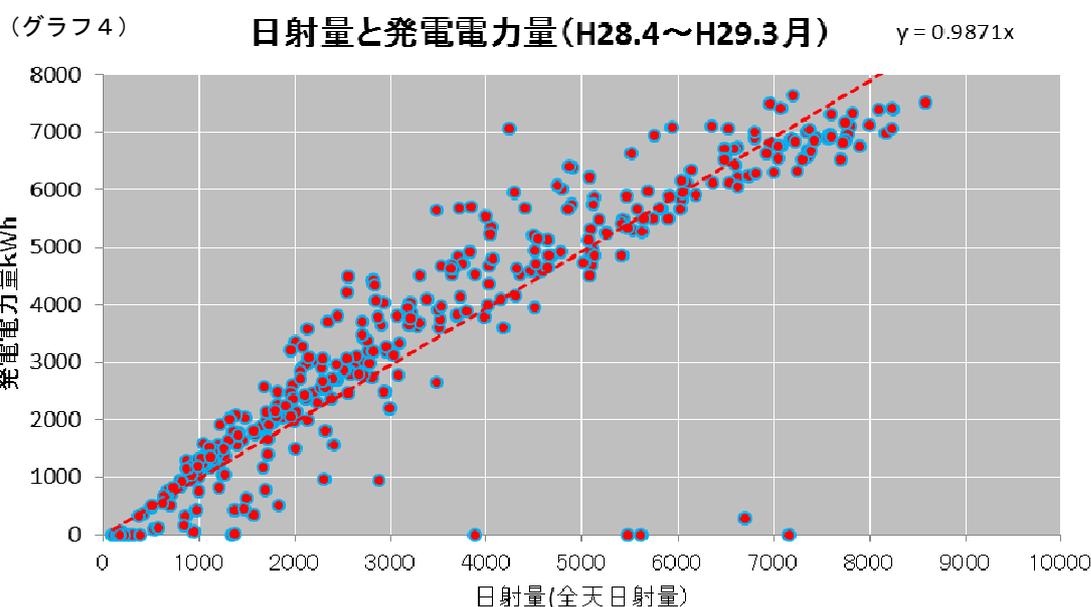
② 発電電力量と日射量

発電電力量と日射量の年間合計を（表－２）に示す。平成28年度の発電電力量は平成27年度の92.5%であり、平成28年度の日射量は平成27年度の95%であった。平成28年度の日射量当たりの発電電力量は平成27年度の97.3%であった。

(表－２)

	(A) 4～3月 発電電力量計	(B) 4～3月 日射量計	(A) ÷ (B) 日射量当たりの 発電電力量
	kWh	Wh/m ²	Wh/(Wh/m ²)
H28年実績	1,275,873	1,245,792	1,024.1
H27年実績	1,379,169	1,310,897	1,052.1
H28/H27 (%)	92.5%	95.0%	97.3%

(グラフ４) に日毎の「日射量 (Wh/m²)」と「発電電力量(kWh)」とのプロット図を示す。



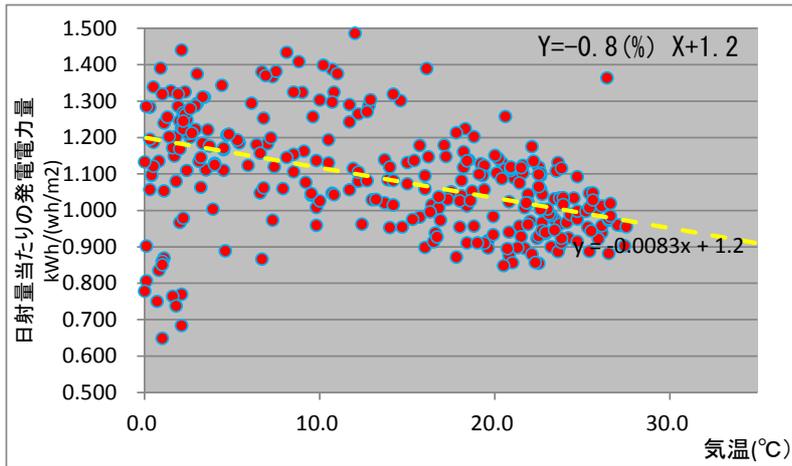
発電電力量と日射量は概ね「線形相関にある」ことが分かる。
平成28年度の日射量当たりの発電電力量は、平成27年度に比べて下がっている。

2. 発電電力量と温度について

- ・ 結晶系（単結晶及び多結晶）太陽光パネルの出力（発電電力量）は、「パネル温度（モジュール温度）」が上昇するほど低下する。この特性の大小を表すのが『温度係数』^{※1}であり、今回使用しているパネルの仕様書上の温度係数は-0.42～-0.44%/℃である。
- ・ 現時点では、パネル温度（モジュール温度）の測定ができないため、気温と発電電力量の関係を確認した。(グラフ５) に日毎の「平均気温」と「日射量当たりの発電電力量」とのプロット図を示す。

※1 「温度係数」：太陽光パネル（モジュール）の温度が1℃変化した時の出力の変動幅。(%/℃)

(グラフ5)



実際の気温と日射量当たりの発電量の相関から「日射量当たりの発電電力量が $-0.8\%/^{\circ}\text{C}$ 低下」している。
これは仕様書上の温度係数を下回る結果となった。

「平均気温」の上昇により、「日射量当たりの発電電力量」が低下している。

3. パネル種類別の発電電力量

(1) パネル種類別の発電電力量の実績

月毎のパネル種類別の発電電力量の年間実績を（表-3）に示す。

(表-3)

平成28年4月1日～平成29年3月31日

		県内		国産	海外
		①A社(北側) 単結晶	②A社(南側) 単結晶	③B社 多結晶	④C社 多結晶
4月	発電電力量(H28)	35,310 kWh	35,187 kWh	37,425 kWh	36,974 kWh
	比較	100.0%	99.7%	106.0%	104.7%
5月	発電電力量(H28)	35,206 kWh	34,955 kWh	37,640 kWh	37,155 kWh
	比較	100.0%	99.3%	106.9%	105.5%
6月	発電電力量(H28)	31,083 kWh	30,947 kWh	33,206 kWh	32,828 kWh
	比較	100.0%	99.6%	106.8%	105.6%
7月	発電電力量(H28)	34,683 kWh	34,571 kWh	37,140 kWh	36,685 kWh
	比較	100.0%	99.7%	107.1%	105.8%
8月	発電電力量(H28)	37,707 kWh	37,695 kWh	40,568 kWh	40,047 kWh
	比較	100.0%	100.0%	107.6%	106.2%
9月	発電電力量(H28)	24,954 kWh	25,045 kWh	26,783 kWh	26,369 kWh
	比較	100.0%	100.4%	107.3%	105.7%
10月	発電電力量(H28)	28,395 kWh	28,745 kWh	30,669 kWh	29,602 kWh
	比較	100.0%	101.2%	108.0%	104.3%
11月	発電電力量(H28)	18,790 kWh	19,202 kWh	20,400 kWh	19,510 kWh
	比較	100.0%	102.2%	108.6%	103.8%
12月	発電電力量(H28)	10,138 kWh	10,502 kWh	10,609 kWh	10,206 kWh
	比較	100.0%	103.6%	104.6%	100.7%
1月	発電電力量(H28)	10,688 kWh	11,212 kWh	12,561 kWh	10,764 kWh
	比較	100.0%	104.9%	117.5%	100.7%
2月	発電電力量(H28)	13,916 kWh	14,100 kWh	14,556 kWh	13,070 kWh
	比較	100.0%	101.3%	104.6%	93.9%
3月	発電電力量(H28)	28,551 kWh	28,899 kWh	30,643 kWh	29,982 kWh
	比較	100.0%	101.2%	107.3%	105.0%
計	発電電力量	309,421 kWh	311,060 kWh	332,200 kWh	323,192 kWh
	比較	100.0%	100.5%	107.4%	104.5%

(注) 「比較」：①A社(北側)を100%とした場合の比率を示す。

①～④のパワーコンディショナー(PC)出力は250kW、①と②は配置場所が異なる。

(2) パネル種類別の発電電力量の違い

① パネル定格（カタログ値）と設置枚数

- 単結晶パネルと多結晶パネルの発電量を比較するため、パネル1枚当たりの発電量（カタログ値）を（表-4）に示す。一般的に、単結晶パネルは多結晶パネルに比べて発電効率が高いと言われているとおり、パネル1枚当たりの発電量は、単結晶パネルが多結晶パネルに比べ6%程度高くなっている。

(表-4)

		A社	B社	C社
		単結晶	多結晶	多結晶
1枚当たりの発電量	W/枚	255 【100.0%】	240 【94.1%】	240 【94.1%】

※()内の数値は、A社を100%とした場合の比較

- 本太陽光設備は、パネル種類毎に4つのパワーコンディショナー（PCS）を並列状態で発電しているが、PCSへの入力電圧を合わせることはもちろんのこと、入力電力量も揃えることが望ましい（入力電力量の不揃いがPCSの変換効率を低下させる）とされているため、単結晶パネルと多結晶パネルの設置枚数を変えて設置している。

結果、各パネル枚数は（表-5）のとおりとなり、多結晶パネルが単結晶パネルより1%程度、発電電力量が大きくなっている。

(表-5)

		A社	B社	C社
		単結晶	多結晶	多結晶
パネルの設置枚数	枚	1,176	1,260	1,260
発電電力量=定格×枚数	kW	299.9 【100%】	302.4 【101%】	302.4 【101%】

※()内の数値は、A社を100%とした場合の比較

② パネル1枚当たりの発電電力量の実績の比較

- 単結晶パネルと多結晶パネルの実績を比較するため、パネル1枚当たりの発電電力量の実績を（表-6）に示す。結果、パネル1枚当たりの発電電力量は、単結晶パネルと多結晶パネルに定格（カタログ値）で示したような差は見られなかった。

(表-6)

		A社	B社	C社
		単結晶	多結晶	多結晶
1枚当たりの発電量（実績）	kWh/枚	263.1 【100.0%】	263.7 【100.2%】	256.5 【97.5%】

※()内の数値は、A社を100%とした場合の比較

③ 費用対効果

- 単結晶パネルと多結晶パネルの実際の発電電力量の差については、製品成績、製品特性（温度特性など）及びPCSとの相性による違いなどが考えられるため、今後もデータを収集し、他の太陽光発電所のデータなども参考にしながら分析を続けていきたい。
- また、太陽光パネルの種類別の費用対効果は、一時的な実績ではなく、長期にわたり安定して性能を維持できるか、今後の維持費用（修繕や更新を含む）などを総合的に比較・評価を続けていきたい。

4. パネル設置角度の発電電力量

30度のパネルと40度のパネルの月毎の発電電力量を(表-7)に示す。

(表-7)

平成28年4月1日～平成29年3月31日

	単位kWh	県内A社		国産B社		海外C社		合計		コーティング*
		255W×98枚		240W×105枚		240W×105枚				
		各 24.99kW		各 25.2kW		各 25.2kW		各 75.39kW		
		30度	40度	30度	40度	30度	40度	30度	40度	
4月	発電電力量(H28)	3,264	3,114	3,414	3,333	3,351	3,287	10,030	9,735	3,209
	比較	100.0%	95.4%	100.0%	97.6%	100.0%	98.1%	100.0%	97.1%	98.3%
5月	発電電力量(H28)	3,270	3,029	3,470	3,294	3,402	3,234	10,141	9,557	3,221
	比較	100.0%	92.6%	100.0%	94.9%	100.0%	95.1%	100.0%	94.2%	98.5%
6月	発電電力量(H28)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	比較	(欠測)	(欠測)	(欠測)	(欠測)	(欠測)	(欠測)	(欠測)	(欠測)	(欠測)
7月	発電電力量(H28)	1,259	1,188	3,030	2,886	0	0	4,289	4,074	2,731
	比較	100.0%	94.4%	100.0%	95.2%	(欠測)	(欠測)	100.0%	95.0%	216.9%
8月	発電電力量(H28)	3,539	3,337	3,752	3,645	3,294	3,199	10,586	10,182	3,500
	比較	100.0%	94.3%	100.0%	97.2%	100.0%	97.1%	100.0%	96.2%	98.9%
9月	発電電力量(H28)	2,379	2,268	2,508	2,477	2,451	2,429	7,338	7,173	2,339
	比較	100.0%	95.3%	100.0%	98.8%	100.0%	99.1%	100.0%	97.8%	98.3%
10月	発電電力量(H28)	2,694	2,710	2,819	2,915	2,625	2,724	8,138	8,349	2,644
	比較	100.0%	100.6%	100.0%	103.4%	100.0%	103.8%	100.0%	102.6%	98.2%
11月	発電電力量(H28)	1,809	1,843	1,897	2,002	1,745	1,911	5,451	5,756	1,761
	比較	100.0%	101.9%	100.0%	105.6%	100.0%	109.5%	100.0%	105.6%	97.3%
12月	発電電力量(H28)	1,026	1,069	1,021	1,127	914	1,108	2,960	3,304	977
	比較	100.0%	104.2%	100.0%	110.3%	100.0%	121.3%	100.0%	111.6%	95.3%
1月	発電電力量(H28)	1,116	1,319	1,221	1,434	959	1,363	3,296	4,116	1,046
	比較	100.0%	118.1%	100.0%	117.5%	100.0%	142.1%	100.0%	124.9%	93.7%
2月	発電電力量(H28)	1,361	1,369	1,357	1,594	1,036	1,567	3,755	4,530	1,320
	比較	100.0%	100.5%	100.0%	117.4%	100.0%	151.3%	100.0%	120.6%	96.9%
3月	発電電力量(H28)	2,714	0	2,808	2,876	2,718	2,814	8,240	0	2,667
	比較	100.0%	(欠測)	100.0%	102.4%	100.0%	103.5%	100.0%	(欠測)	98.3%
計	発電電力量	24,432	21,245	27,297	27,583	22,496	23,637	74,224	66,776	25,414
	比較	100.0%	87.0%	100.0%	101.0%	100.0%	105.1%	100.0%	90.0%	104.0%

(注)「比較」：30度の発電電力量を100%とした場合の40度の発電電力量の比率を示す。
データ収集装置の不具合により、5/31～8/4、3/1～3/7のデータ一部欠測。

(1) 設置角度の違いによる発電電力量の分析

- ・ 4月から9月までは30度パネルの方が3%～6%程度多く発電している。これは、太陽の高度(角度)、軌道が高いためと考えられる。
- ・ 10月以降になると、パネルに入射する日射量が40度パネルに適した状況なると及び積雪時に早く雪が落ちることから、40度パネルの方が7%から15%程度多い。
- ・ 年間通しての発電電力量は、40度パネルの方が1%から5%程度多い結果となった(欠測のあったA社をパネル除く)。今後も継続観測を行う。

(2) パネルコーティングと発電電力量

- ・ パネルをコーティングすることにより、汚れや雪を落ちやすくし、かつ、光を透過させやすくするため、発電効率が向上するといわれているため、一部にコーティングを施し、コーティングしないものと比較した。

平成28年度の発電実績は、コーティングしていないものに比べ、コーティングした方が、概ね2%程度(7月除く)低い値を示した。今後も継続観測を行う。