

日本大学生産工学部 正会員 ○ 木 田 哲 量
 日本大学生産工学部 正会員 岡 本 但 夫
 都立田無工業高等学校 正会員 小 島 透

1、主 旨 太陽エネルギー利用の内容は、広範囲にわたるが、海面上に広大な面積を有する太陽エネルギーの採集場を設け、太陽エネルギーを電気エネルギーに転換して今後のエネルギー問題解決の一策とする計画を進めている。集光レンズで収集された太陽光は、その内部に設けるCdS膜によって電気エネルギーに転換されるため、より効率的な集光方法が望まれる。この太陽光収集装置の中核となる集光盤および集光レンズ装置に改良工夫を進めているが、現時点の装置による収集効率がどの程度のものであるかを、本計画の想定現場である八丈島附近の気象観測資料に基づいて検討した。ある地点における、ある季節、ある時刻の日射量は、太陽高度と大気状態によって求めることができる。次に、収集レンズ面に到達した太陽光は、このレンズの集光能力およびこのレンズを收容している集光盤の集光能力に支配されることとなる。したがって、直達日射の場合の日射量は、大気圏外日射量で、 $1,170 \text{ kcal} / \text{m}^2$ であるが、この日射量が集光レンズ面に到達し、電気エネルギーに転換し得る日射量としてどの程度になるかを求めることとする。

2、太陽光収集効率 イ) 太陽の直達日射係数 大気圏外日射量 $1,170 \text{ kcal} / \text{m}^2$ は大気の濁り方と太陽の高度によって、地上への到達量が変わる。まず、大気の濁り方による日射効率すなわち大気透過率Dは地域・季節によっても異なるもので、八丈

表-1 大気透過率 D

島附近と相似条件地域の観測値から定めた。(表-1) 次に、

月	1、2	3、4	5、6、7、8、9	10	11、12
大気透過率	0.80	0.75	0.70	0.75	0.80

太陽高度は季節と時刻およびその土地の緯度によって異なり次式で与えられる。

$$\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos t \quad (1)$$

ここで、h: 太陽の高さ(地平線よりの角度)、φ: 緯度(八丈島では $33^{\circ}06'$)、δ: 太陽の赤緯(理科年表より昭和53年曆表から得る)、t: 時刻(時角: 南中時を 0° とし、太陽の運行方向に測る。1時間は 15° に当たる) よって、大気透過率と太陽高度を考慮した太陽の直達日射係数Aは次式のようなになる。

$$\log_{10} A = \log_{10} D / \sin h \quad (2)$$

ロ) レンズの有効率 集光盤1個には直径10.5cmのレンズが2,128個一定こう配 10° の傾きで配列されている。なお、この傾

きは、太陽光の反射による収集効果の減少を最小限に留めるに必要な角度である。このレンズ群の日光直射影面は互いに重なり合っているために日光収集効果はその重なり合うことによって生ずる影の面積分だけ減少することとなる。そこで、前列によって生ずる影の部分を除いた有効な日光到達面積Aとレンズ面積 A_0 との比をレンズ有効率Pとする。(図-1)

$$A = (2\beta + \sin 2\beta) r^2 \quad (3)$$

$$P = A / A_0 = (2\beta + \sin 2\beta) / \pi \quad (4)$$

ここで、r: レンズ半径 ($2r = 10.5 \text{ cm}$)、 $\beta = 10 + h$ (h: 太陽の高度)

ハ) 集光盤の有効率 集光盤は収集効率を高めることと海面における安定を保つために、集光面は外径5.

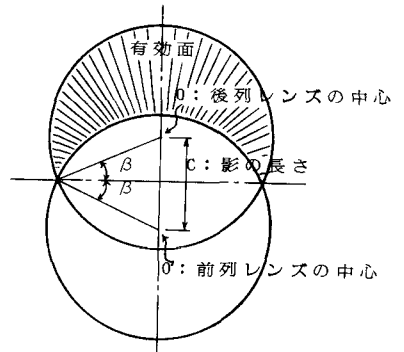


図-1 レンズの有効率

44mの円盤形で10°の傾きを有し、その内部に、2,128個の集光レンズが設置され、下面は外辺2.72m、内辺2.18mの中空亀甲形を有している。

この集光盤が、1辺5.9mの三角網の各交点に配列され6332個で1基の浮ブロック集団を構成する。集光盤面と太陽光とのなす仰角によって、その内包されているレンズの中には太陽光を受けないものが生じてくる。このような陰影部分レンズ数をレンズの総数2128個から除いたものを有効レンズ数とし、レンズ総数との比を集光盤の集光有効率 q とする。陰影レンズ数は、長軸方向(=浮ブロック集団の長軸方向)と斜軸方向(=長軸方向と30°の軸方向)とに分けて、集光盤面と太陽

表-2 集光盤の集光有効率 q

仰角	陰影レンズ数			有効 レンズ数	有効率 q
	斜方向	長軸方向	平均		
0°	2128	2128	2128.0	0.0	0.0000
3°	1447	1740	1593.5	534.5	0.2512
5°	1224	1279	1251.5	876.5	0.4119
7°	998	1065	1032.5	1095.5	0.5158
10°	846	818	832.0	1296.0	0.6090
15°	614	588	601.0	1527.0	0.7176
20°	458	422	440.0	1688.0	0.7932
25°	355	314	334.5	1793.5	0.8426
30°	268	238	253.0	1875.0	0.8811
35°	196	176	186.0	1939.0	0.9112
40°	149	140	144.5	1983.0	0.9319
45°	112	99	105.5	2022.5	0.9504
50°	78	76	77.0	2051.0	0.9638
55°	49	51	50.0	2078.0	0.9765
60°	27	32	29.5	2098.5	0.9861
65°	15	13	14.0	2114.0	0.9934
70°	2	2	2.0	2126.0	0.9991
75°	0	0	0.0	2128.0	1.0000
80°	0	0	0.0	2128.0	1.0000

光との仰角ごとの個数をそれぞれ集計し、その平均値を用いて集光有効率を算出した。(表-2)

二) 太陽光収集効率 太陽光の直達日射係数 A 、レンズの有効率 P 、集光盤の有効率 q はいずれも太陽の高度

h の関数である。そこで各月の上、中、下旬の中日を選び、その日の20分ごとの A 、 P 、 q を計算し、その積 $m=APq$ の平均値を以って、その日の太陽光収集効率とした。算出開始および終了の時刻は季節によって異なる。ある月の集光レンズ面における太陽光収集効率は、その月の上、中、下旬の平均値とする。(表-3)

表-3 太陽光収集効率 m

月	上旬:6日	中旬:16日	下旬:26日	平均
1	0.3111	0.3117	0.3384	0.3204
2	0.3715	0.3845	0.4234	0.3931
3	0.4099	0.4201	0.4508	0.4269
4	0.4104	0.4107	0.4278	0.4163
5	0.4426	0.4324	0.4408	0.4386
6	0.4469	0.4495	0.4495	0.4486
7	0.4472	0.4422	0.4345	0.4413
8	0.4442	0.4308	0.4353	0.4368
9	0.4124	0.4095	0.3818	0.4012
10	0.3946	0.3814	0.3467	0.3742
11	0.3732	0.3401	0.3336	0.3490
12	0.3126	0.3011	0.3001	0.3046

3. 集光エネルギー イ) 可照時間 太陽エネルギーは直達日射と天空日射とによって得られる。直達日射によるエネルギーは日照時間 t_1 から算出するものとする。また天空日射によるエネルギーは間接日射によるものであるから曇天時間に天気率を乗じて得られるものを輻射時間 t_2 とする。この天気率は、その地域によって統計的に現わされているので、八丈島附近は0.3と仮定した。したがって、可照時間 $T=t_1+t_2$ と与えられる。(表-4)

表-4 可照時間

月	日照時間	曇天時間	輻射時間	可照時間
1	117	196	59	176
2	115	189	57	172
3	151	212	64	215
4	163	223	67	230
5	160	265	80	240
6	114	311	93	207
7	178	254	76	254
8	225	185	56	281
9	181	186	56	237
10	134	214	64	198
11	117	193	58	175
12	124	181	54	178

ロ) 集光エネルギー 集光盤における太陽エネルギー E は、各月の太陽光収集効率 m_i 、可照時間 T_i および大気圏外日射量 $Q=1,170kcal/m^2$ とすると、 $E=\sum Qm_iT_i=1,203.92kcal/m^2$ となる。この太陽エネルギー

は電気エネルギーに転換するCdS膜到達エネルギーに集光レンズの反射・屈折による損失が生ずる。CdS膜到達エネルギー E_0 は、これらの有効率を0.92、0.90とした。また、太陽エネルギーによって得られる電力量 W_0 はCdS膜の電気転換率を14%として得る。

$$E_0 = 0.92 \times 0.90 \times 1,203.92 = 996.84kcal/m^2 \text{年}$$

$$W_0 = 4.1355 \times 0.14 \times 996.84 = 584.11 / m^2 \text{年}$$

1個の集光レンズの断面積は、 $a=0.00866m^2$ であるが、本計画における1発電所当たりの発電量は八丈島附近に設置することとすると、 $W=5,725,380,000kWh/年$ である。

参考文献：東京天文台編「理科年表：昭和52年」 小木曾定彰著「都市の中の日照」