

1. 研究動機

私たちはソーラーパネルの劣化を少しでも軽減するために室内でソーラーパネルに反射を使い、太陽光をソーラーパネルに集めようと考えた。また、弱光の環境下でも集光することで発電力を得ることができないか研究している。

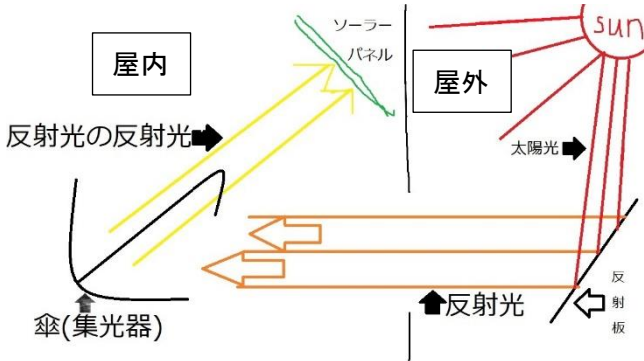


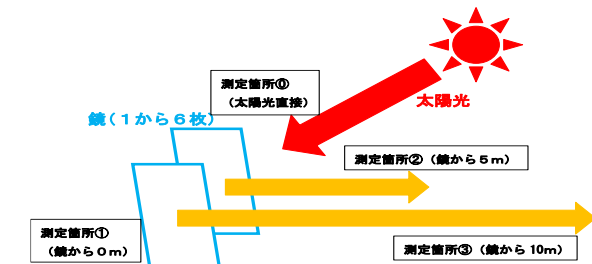
図1 目標とする構想図

太陽光を鏡反射により屋外から屋内へ→室内で集光→室内のソーラーパネルで発電

2. 方法

- (1) 野外での太陽光照度 (lux) を基準とし、鏡での反射による照度の減衰率と距離 (5 m、10m) との関係調べた。
- (2) 野外での太陽光照度 (lux) を基準とし、鏡反射で光を重ねたとき (1~6枚) の照度の増加率を調べた。
- (3) ソーラーパネルに照射される光の面積と照度の関係を調べた。
- (4) (1)~(3) のデータを元に最大限の発電効率を得られる条件を考察した。

図2 照度の測定箇所



測定箇所④：太陽光照度 (直接)

測定箇所①：反射光照度 (鏡から0m)

測定箇所②：反射光照度 (鏡から5m)

測定箇所③：反射光照度 (鏡から10m)

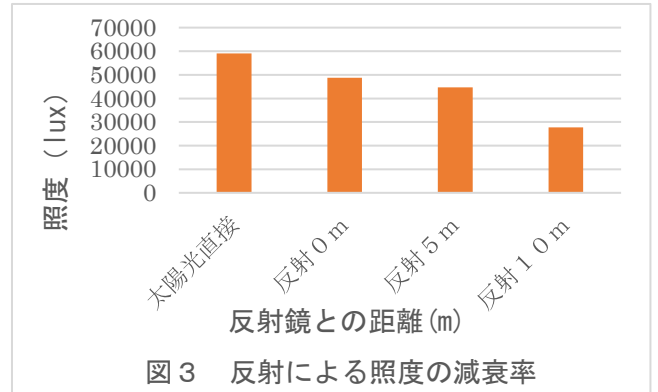
* 太陽光の経時変化を考慮し、すべての測定で照度は基準の④と各実験値①~③を同時に測定した。

<実験器具>

- ・ソーラーパネル (縦26cm×横72.5cm、出力電圧 4.75-5.35V、最大出力電流4.0A、変換効率0~23%、最大出力25W、メーカー：EENOUR)
- ・モバイルバッテリー
- ・反射板 (鏡30cm×60cm 1~6枚)
- ・照度計×2
- ・電流電圧計

3. 実験

(1) 反射による照度の減衰率と距離の関係



[結果]

反射により照度は 83%に減少、その後は距離に応じて減衰する。(減衰ロスと定義する)

<考察>

照度 (lux) とは単位面積あたりの光束の値であるので、鏡を一つの光源と考えた場合、距離に応じて減衰するのは自然である。

今回の実験では反射により照度は 83%に減少、さらにそこから 1m ごとに 4.3%減少する。

太陽光を Y (lux)、距離を X (m) とした場合反射鏡から X m における照度は

$$\text{照度 (lux)} = 0.83Y - 0.83Y \times 0.043X$$
 で与えられる。

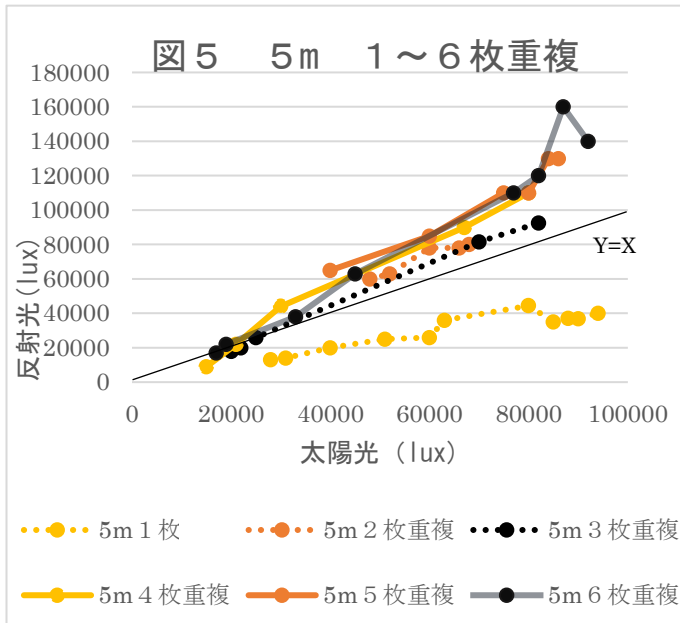
* この公式がすべての太陽光照度にあてはまるかは当日発表します。

(2) 鏡で集光した場合の照度の増加率と距離の関係



図4 鏡で射線を重複して集光 (3枚 (左)、6枚 (右))

①鏡から 5 m での重複集光による照度増加率 1~6枚重複



* Y = Xの基準線より大きい座標は反射・集光の効果が得られ、小さい座標は減衰ロスを表す。
 * 5/2 現在データが取れなかった所は空欄になっています。また、②鏡から10mでの重複集光による照度増加率は当日発表します。

[結果]

2枚重複の場合、今回のデータからは太陽光48000lux以上で安定して付近で5m分の減衰ロスを回復する。その後、増加率も高くなり最大で137%となった。

3枚重複の場合、太陽光が弱い(22000lux以下)場合は太陽光を下回るが、25000lux付近で5m分の減衰ロスを回復し、25000lux以上では太陽光を上回る。

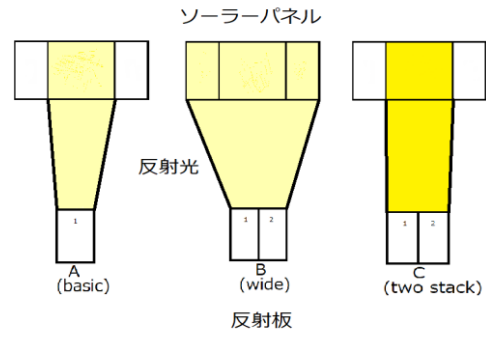
4枚重複の場合、太陽光20000lux付近で5m分の減衰ロスを回復し、25000lux以上では太陽光を上回る。その後、増加率も高くなり最大で137%となった。

5枚重複の場合、減衰ロスの回復境界のデータは得られなかったが、太陽光40000lux以上では150~160%の高い増加率を得られた。

6枚重複の場合、太陽光17000luxで減衰ロスを回復し、以降は増加率が指数関数的に高くなる。最大で183%の増加率となった。

<考察>
 5mでは20000lux(曇りに近い状態)付近の照度では減衰ロスを回復するのに鏡4枚以上の重複が必要である。40000lux(晴れ)以上の照度では5枚以上の重複で増加率が150%以上となるので高い発電効率が期待できる。

(3) ソーラーパネルに照射される光の面積と照度の関係を調べた。



* Aは鏡1枚でパネル面の1/2に照射
 Bは鏡2枚でパネル面の全体に照射
 Cは鏡2枚を重複してパネル面の1/2に照射

図6 照射範囲の模式図

[実験]

図6のようにA、B、C3つの条件で反射光を照射し、電流計で電流、電圧、電力を測定した。

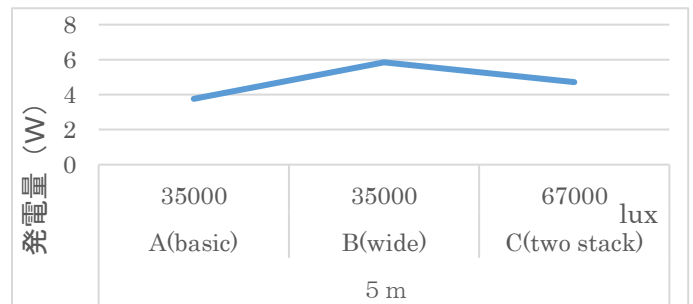


図7 光の面積とパネル面照度、発電量

[結果]

図7より、発電量は照射面積にほぼ比例することがわかる。次に鏡反射を2枚用いたとき広げた場合と、重複させた(重ねる)場合の発電効率については、5mでは広げて照射面積を増やした方が良いといえる。

4. まとめ

- ・鏡面を用いた反射と集光で室内ソーラー発電は可能である。
- ・反射と距離による光の減衰は鏡枚数で回復でき、また集光による太陽光照度の増加も可能である。
- ・照度の増加率は10mでも最大300%近くまで可能であり、その値は発電量に奏効する。

5. 今後の課題

- ・人工照明と太陽光の減衰率の比較
- ・実験回数を増やす
- ・距離の種類を増やす
- ・温度をはかる

6. 参考文献

1) 東京書籍「改訂 新編 物理基礎 PHYSICS」