

海上における太陽光発電の現状と対策 (海面反射光を利用する試み)

山谷尚弘*, 見上博**

Present Situation and Countermeasures of solar power on board
(Attempts to use the sea reflected sunlight)

YAMATANI Naohiro*,
MIKAMI Hiroshi**,

In recent years, increasing interest in environmental problems and resource problems, use of natural energy has been attracting attention. That expected even are gathered therein is a "sunlight". In this study, we investigated the current state of solar power on board, consider the measures of its problems. And explore the possibility of installation in ships sailing while receiving sunlight from all directions, and to estimate the power generation efficiency, it is considered a power generation method that utilizes the reflected light from the sea surface as a new attempt, utilizing the actual boat sunlight I went the power generation experiments by direct light and reflected light. This result will be discussed the way of the future of marine power generation based on.

キーワード 太陽光発電, 船舶, 海上反射光

1. はじめに

近年, 環境問題や資源問題への関心が高まり, 自然エネルギーの活用が注目されている⁽¹⁾。その中でも期待が集まっているのが, 「太陽光」である。本研究では, 海上における太陽光発電の現状の調査し, その問題点の対策を考える。全方向から太陽光を受けながら航海する船舶への搭載の可能性を探り, 発電効率を試算した。新たな試みとして海面からの反射光を利用する発電方法を考え, 実艇を利用した太陽光の直射光及び反射光による発電実験を行なった。この結果を基に今後の海上発電の在り方を考察する。

2. 研究の背景と目的

現在, 太陽光を利用して発電を行ない, 就航している船舶はまだ試験的運航のみで問題点も多く

潜在する。そのひとつとして, 太陽光発電の効率を考えた場合, 陸上発電施設ではソーラーパネルを南向きに斜めに配置することにより発電効率を上げているが, 船舶では常に南方向にソーラーパネルを配置することは困難である。全方位からの太陽光入射に対応するには, 平面配置となることが多い。これにより, ソーラーパネルの面積が少なくなるなど, 設置環境に合わせた犠牲が効率低下である。現在, 船舶においても排出ガス規制が厳しくなり, 化石燃料を利用した機関では環境汚染の問題から, 入港が制限されるなどの対応がなされている。船舶では, 太陽光を遮る環境は少なく, 「航海中」, 「停泊中」ともにその利用は注目されている。しかし, 船舶でのソーラーパネル設置は, 「場所」, 「使用環境」, 「船体重心の変化」から設置場所を考えなければ, 搭載することは難しい。可変式太陽光追従型などは, どの方位に航行しても効率よく太陽光を捕えることが可能ではあるが, コスト, 重量の面で船用太陽光発電としての実用化は困難である。より多くの太陽光を集める方法

* 練習船若潮丸

e-mail: yamatani@nc-toyama.ac.jp

** 商船学科

e-mail: mikami@nc-toyama.ac.jp

として、海岸付近での人間の日焼けに着目した。海面を集光する鏡と考え、通常の太陽光を直接受けずに、海面からの反射（照り返し）をソーラーパネルに受けることでの発電効率の変化、実用性を調査した。

3. 太陽光発電を搭載した船舶の現状

ソーラー発電システムを搭載し、ハイブリッド船として運行される自動車運搬船「EMERALD ACE(エメラルドエース)」株式会社商船三井⁽²⁾は、自動車運搬船の船体形状を上手く利用してソーラーパネルを配置している。図1及び図2は、船体形状と搭載場所の画像である。



図1 ソーラー発電を搭載したハイブリッド船⁽²⁾

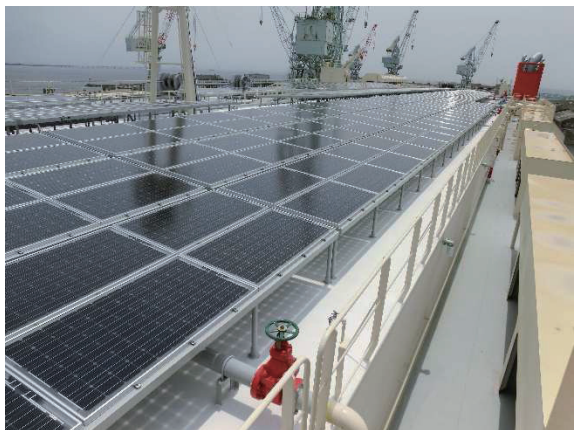


図2 甲板最上部に設置されたソーラーパネル⁽²⁾

この自動車運搬船は、機関室を底床化し、乗用車を積載する車両甲板が、12層ある構造となっている。蓄電用バッテリーは船底付近に搭載され、バラストの代

わりを果たしている。ブリッジは、前方に配置されるため、最上部をフラットにすることが可能である。船用発電としては時代の流れを受け、試作運行されているが、約2.2MWhの電力量と少なく停泊時のみの電源利用とされ、航海中全ての電源の確保には至っていないのが現状である。現在は、短期間停泊中の居住区内で使用される電気程度の発電となっている。発電した電気はバッテリーに蓄積され使用できるが、発電量と供給量は、ソーラーパネル性能とバッテリー容量に左右される。また、自動車運搬船は、上部に重量物を搭載した場合、GMの確保が難しくなるなど問題点も多く潜在する。自動車運搬船の様な船舶では、ソーラーパネルの設置が可能であるが、船体形状の異なるコンテナ船やタンカーなどは、搭載場所に制限を受ける。今後、外航物流の柱となる船舶への搭載普及が望まれる。

4. 実験

内火艇「さざなみ」を使用して富山湾を航行し、ソーラーパネルの設置方法の違いによる発電量を計測した。今回、富山新港から七尾港までのカッター帆走プロジェクトのサポート艇として参加して航行中に計測を行った。自然エネルギーを利用した航海灯の電源確保を目的に調査したものである。測定をおこなった2日間の気候はほぼ同じであった。図3は、船体キャビン前方約45°にソーラーパネルを設置し通常発電と同じように太陽光を受けるようにした。図4は、左舷側ハンドレール付近に斜めに設置し、太陽光を直接受けず海面からの反射光を受けるように配置した。

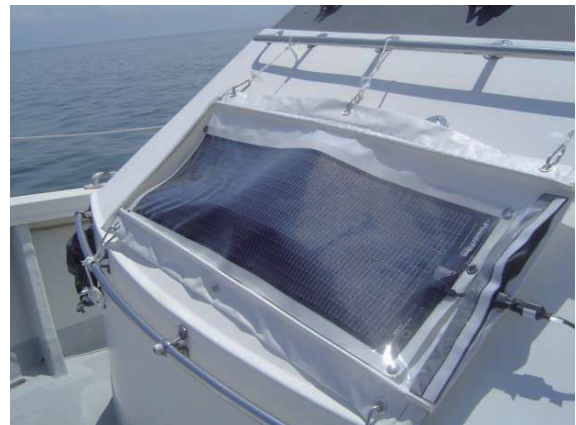


図3 ソーラーパネル設置(通常発電)



図4 ソーラーパネル設置(海面からの反射光発電)

測定に使用したソーラーパネルは、アモルファスシリコン系の薄膜の太陽電池とした⁽³⁾。フィルム式ソーラーパネルのため、設置に柔軟に対応する。アウトドア使用として開発された製品ではあるが、耐久性が乏しく計測中に破損による発電不良が2回発生した。海上利用を考慮して、耐久性を上げるために保護としてカバーを作製して使用した。このカバー(透明フィルム)の太陽光通過抵抗は、電圧比で約10%であった。

洋上実験を行なう前に、発電量データの信頼性を調査するため、充電先であるバッテリーの性能を調査した。図5グラフは、測定に使用したディープサイクルバッテリーの性能を調査したものである。縦軸に電圧、横軸に経過時間を示したものである。一定負荷(55w電球)をかけ、電圧変化を計測しグラフとした。

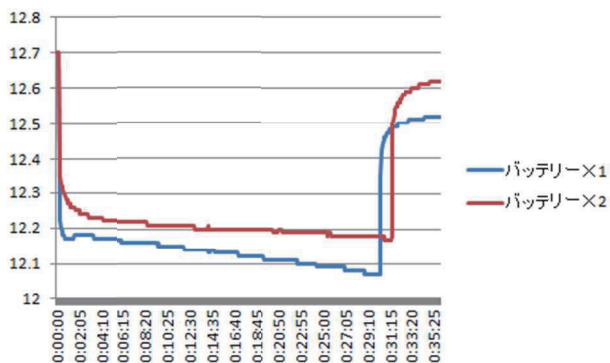


図5 バッテリー負荷変化

負荷開始から4分10秒までは電圧が安定しないがそれ以降は並列による放電は電圧変化が穏やかである。バッテリー1個より2個(並列)のほうが負荷に対する電

圧変化が少ないことがわかる。計測変化を少なくするため、今回の計測では、2個並列とした。図6は発電量を計測する方法を示す。今回使用したソーラーパネルは、バッテリーに直接充電することは不可能であり、アイソレーターを接続し、バッテリーに充電を行う方法とした。発電した電気はバッテリーに充電し、変化を測定した。バッテリー性能による計測誤差を少なくするため、計測開始のバッテリーは、一定放電後、測定開始電圧を同じ状態とした。電圧及び電流値を測定するためにシャント抵抗をソーラーパネルとコントローラー間に設置した。計測は、GRAPHTEC社製のデータロガー「GL450」を使用し、20分間隔で電圧サンプリングを行なった。発電した電気は、バッテリーに充電し一定負荷の放電と充電を行ない、電圧変化を発電量とした。

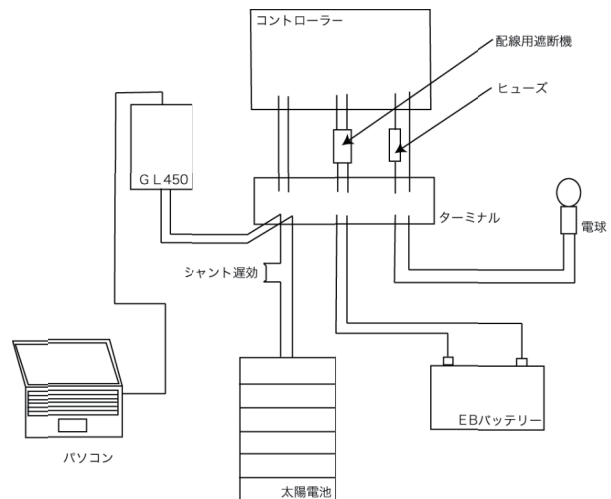


図6 発電量計測方法

図7は、図3及び図4のソーラーパネルの設置で発電した電圧を測定したデータをグラフ化したものである。縦軸は電圧、横軸は時間を示している。8月8日のデータは、太陽光を平均的に受けた結果を示している。充電開始から時間経過と共に電圧は上昇している。8月9日は、海面からの反射光を受けて発電した状況のグラフである。電圧の変動が多く見られるが、11時14分、12時59分に前日を上回る電圧を示している。この時間帯は、船が航行を止め漂流状態であった。航行中は海面の変動や上下左右の揺れの影響を受け

て、発電量に変化したが、停泊中の安定した海面では、直接太陽光を受けなくても通常発電と変わらない状態を確認することができた。今回、安定した電圧を得られなかった原因として、船体の大きさが挙げられる。小型船舶はピッチング、ローリングの影響を受けやすく⁽⁴⁾、海面反射光を安定して得ることはできなかった。大型船では、揺れに対する影響が少なく安定した反射光を得ることが可能と考えられる。

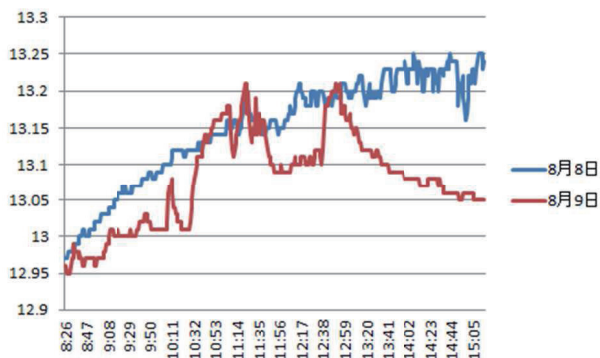


図7 設置方法の違いによる発電量変化

5. 結論

船舶に搭載するソーラーパネルは、常に南側に向けることは不可能である。平面設置では、接地面積に制限を受けることになる。海面からの照り返しによる反射光は、太陽光を直接受けた発電の状態と変わらないことが確認できた。限られた接地面積で最大の効率を得るための海面反射光による発電は、窓や船体側面へ設置することで、パネル面積増大させることができ、船体形状によるソーラーパネル配置に柔軟な提案ができる。

6. おわりに

自然エネルギーの利用は、船舶においても十分活用できるものとする。しかし、船舶が航行する環境は非常に厳しいもので、発電量や設置場所に制限を受ける。本研究で提案する海面からの反射光による発電効果は十分あると考えられる。海面反射を利用した発電は、船体上部に設置することができない船舶（コンテナ船、タンカーなど）の船体側面への設置の提案や

場所の制限、方位の制限を受ける施設、地域（海岸付近）の空きスペースへのメガソーラー発電施設設置誘致提案を行なうことで、自然エネルギーの利用増大を期待することができる。

7. 引用文献

- (1) SHARP ホームページ
<http://www.sharp.co.jp/sunvista/step1/ecology/>
- (2) 株式会社 商船三井 画像提供
- (3) 太陽エネルギー発電の本：山崎耕造
第2章電気の科学（発電とは？）日刊工業新聞社
2010.8
- (4) (社) 関東小型船安全協会発行「安全運航の手引き—応急編—」