

ECOBOAT の開発

自然エネルギーを最大限に活用した瀬戸内海用クルーザー

ECOBOAT

The Eco Friendly Cruiser for “Setouchi” Sea

見明 暢 デザイン学部プロダクトデザイン学科 助教
齊木 崇人 大学院芸術工学研究科 教授
相良 二郎 デザイン学部プロダクトデザイン学科 教授
大田 尚作 デザイン学部プロダクトデザイン学科 教授
田頭 章徳 デザイン学部プロダクトデザイン学科 助教

Nobu MIAKE Department of Product Design, School of Design, Assistant Professor
Takahito SAIKI Graduate School of Arts and Design, Professor
Jiro SAGARA Department of Product Design, School of Design, Professor
Syosaku OTA Department of Product Design, School of Design, Professor
Akinori TAGASHIRA Department of Product Design, School of Design, Assistant Professor

要旨

昨年度から引き続き、自然エネルギーを活用した船舶の開発を行った。昨年度はベルリン・ヴァイゼンゼー美術学院と共同で近未来のエコフレンドリーな船舶の考察を行ったのに対し、本年度は具体的な船舶を設計制作した。

風力というクリーンなエネルギーで走行するヨットをベースに改造を施し、従来では湾内や風の状況によって使用しているエンジンをモーターに置き換え、よりエコフレンドリーな船舶を目指した。さらに、モーターへの電力はソーラーパネルで蓄電したものを使用し、完全にクリーンな船舶を実現した。

現状のソーラーパネルの発電能力は未だ低く、電力のみで走行可能な時間は1.5時間程度と限られたものとなったが、多くの島々が点在する瀬戸内の穏やかな環境での使用では十分であり、瀬戸内はエコフレンドリーな船舶にとっても適応しやすい環境だということがわかった。

改造にあたり、設計や使用部材に関してはできる限りの汎用化を行い、今後他ヨットユーザーへの展開の可能性を有した設計を目指した。

Summary

We developed the natural energy ship from the previous year. While last year, we investigated the eco-friendly ship in the near future in collaboration with the university of Berlin-Weissensee. This year, we actually built the Eco Ship.

We modified yacht that moves by wind power, the clean energy. Normally the yacht uses gasoline engine to move when there is no wind. The idea is that we replace the gasoline engine to motor and the yacht will become more eco-friendly ship. In addition, the power to the motor uses the energy generated by solar panel and realized the complete clean ship. Power generation capacity of solar panels of the current is low still, the yacht we built can cruise only for 1.5 hours, but it is sufficient for the yacht for Setouchi area. There are a lot of Inlands in Setouchi area and the environment is quite mild, so the environment of Setouchi is easy to adapt for an eco-friendly ship was found. We considered the simple structure and use common materials as much as possible for the possibility of the future expansion to other users yacht.

1) 目的

近年のクリーンエネルギーに対する関心は、電気推進自動車の製品化や東日本大震災による原子力発電所の問題などを経て、さらに高まるばかりである。前年度より継続して進めてきたエコボートプロジェクトだが、昨年は瀬戸内に相応しいエコフレンドリーな乗り物のあり方をベルリン・ヴァイゼンゼー美術学院と共同して探ったのに対し、本年度はそれらを踏まえ実際に乗船可能な船舶を制作し、瀬戸内の豊かな自然環境において、より現実的な船舶の検討を行うことを目的とした。

2) 設計

実船を設計するにあたり、内燃機関以外の推進力として部材調達の容易さ、参考事例の多さから、モーターによる電気推進を採用した。電力供給は、船内に蓄電池を搭載し、ソーラーパネルから蓄電池に充電を行いモーターへと給電するシステムとし、完全なクリーンエネルギー化を目指した。船体に関してはヨットを改造して使用することにした。モーターのみで航行する船舶も検討を行ったが、現状のソーラーパネルの蓄電能力では電力駆動モーターのみで推進する小型船舶（20t未満）での使用は駆動時間の短さ、航行範囲の狭さ、安全性確保の観点から、実用的ではないと判断した。そこで、帆走+機走（エンジンによる航行）という、内燃機関の使用を必要最小限に留めるヨットに注目し、エンジン部分を電力に置き換えることで完全なクリーンエネルギー化を達成することを目指すこととした。

2-1) ヨットに関して

ヨットは、湾内や風力の状況によっては搭載しているエンジンで機走をするため、完全にクリーンな乗り物ではない。ソーラーパネルの蓄電能力は未だ発展途上だが、瀬戸内などの穏やかな海域におけるセーリングという限定的な使用であれば、モーターで走行する船舶の実用レベルでの設計が可能なのではないかと仮説を立て設計を進めた。

2-2) 汎用性に関して

今回、改造にあたり使用する部品は一般的に流通してい

るものを採用し、部材加工方法においてもできる限りの単純化を目指し設計を行った。

改造するベースとしたヨットにおいても YAMAHA y26c というロングセラーモデル（図1）をベースとすることで、今回の設計を参考に同様の改造を施すヨットユーザーが現れることを狙った。



図1：ベース船舶として使用した YAMAHA y26c

2-3) 動力の構成に関する検討

安全性を考慮して、制作する船舶には通常の機走時に使用するモーターと、非常時に使用するガソリン駆動のエンジンの2つを搭載することにした。動力構成は下記の二通りの設定を検討した。

2-3-1) 動力の構成に関する検討①

図2は船外機型のモーターと非常用のエンジンを別々の場所に配置する案である。制作が容易であるという利点があるが、重量が大幅に増加してしまう問題がある。また、ヨットで使用可能な高出力の船外機が国内で入手し辛いという問題があった。

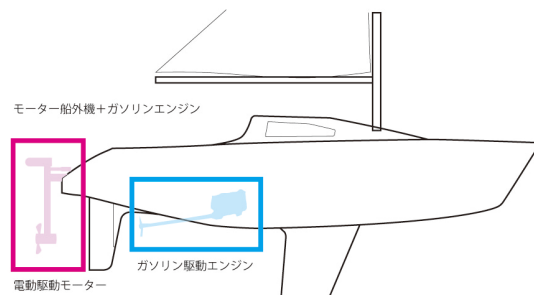


図2：船外機とエンジンとが別体の構成

2-3-2) 動力の構成に関する検討②

図3-4はエンジンマウントを改造してモーターをエンジン付近に取り付け、現状で使用しているエンジンのプロ

ペラを共有で使用する、ハイブリッド型の構成である。今回はこの構成を採用した。これには有限会社セーリングシステム社にご協力頂き、同社で開発したハイブリッドシステム（図4）を使用した。

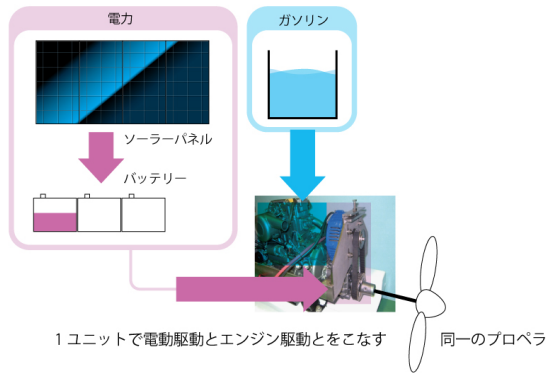
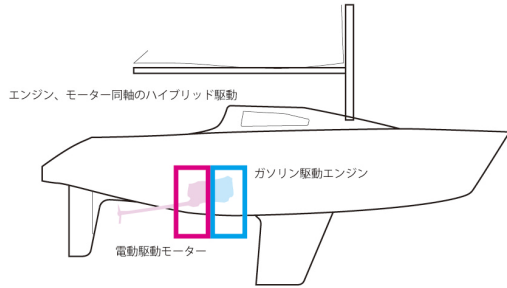


図3: ハイブリッド構成

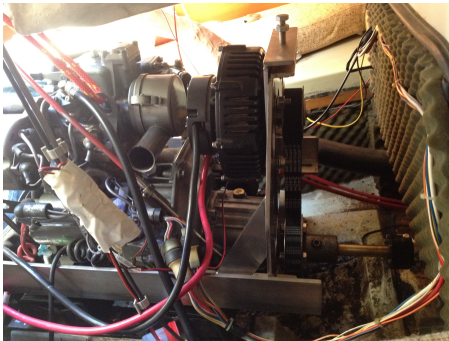


図4: 実際に組み立てたハイブリッドエンジン。エンジン駆動で使用していたプロペラ軸に、ベルトドライブにてモーターからの動力が伝わるようにしている。

2-4) 充電用電気回路

図5は今回設計した回路図である。ヨットの使用は週末のレジャー仕様であるため1週間の停泊中にバッテリーの充電が完了する仕様としてソーラーパネルの枚数を設定した。

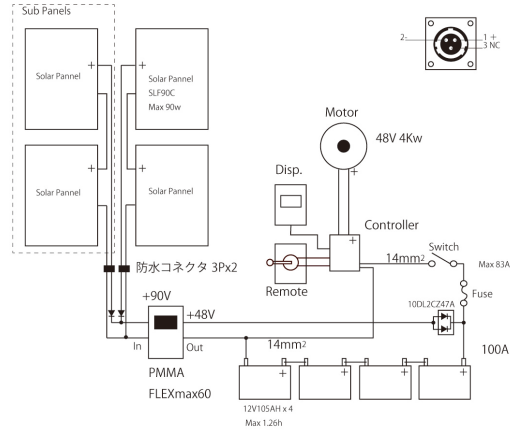


図5: 電気回路

2-5) ソーラーパネルの設置

今回使用したソーラーパネル（SOLAR FRONTIER社 型番：SF90-C）の面積は641×1,235×35mmと大きく、甲板移動の妨げになってしまうため、屋根を制作してパネルを載せることを検討した。しかし、12.5kg/1枚と重量があるため枚数が多すぎると重心バランスが大きく崩れてしまう、風を受けてしまうという問題があった。解決策として、2枚を常設の主パネル、残りの2枚を走行時には船内に収納しておき、停泊時に甲板に設置して充電を補助する副パネルとした。（図6）

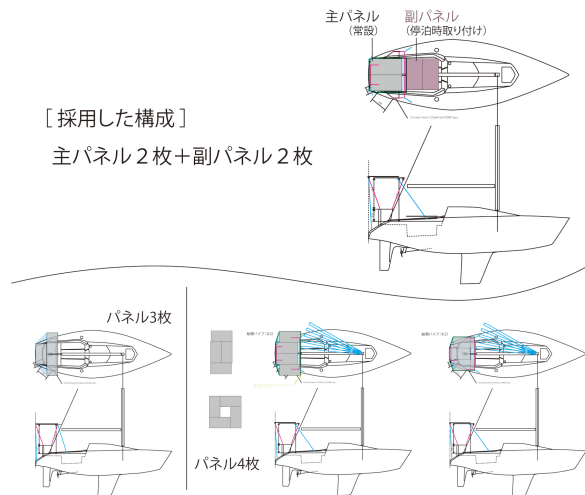


図6: ソーラーパネル設置検討の一部

2-6) 発電に関するスペック値設定

[ソーラーパネルの発電量: ①]

{90.09W (公証最大出力) × 0.7 (発電効率) × 0.95 (制御装置効率) × 2 (主パネル枚数) × 8 (一日発電時間) × 7

$(\text{週間設置日数}) \times 0.5 (\text{晴天率}) \} + \{90.09\text{W} \times 0.7 \times 0.95$
 $\times 2 (\text{副パネル枚数}) \times 8 \times 6 (\text{週間設置日数}) \times 0.5\}$
 $= 6230.62\text{Wh} (\text{週間全発電量})$

※主パネルは常設なので週間設置日数を7日、副パネルは走行時には収納するとし、週間設置日数を6日とした。

[搭載蓄電池容量：②]

$12\text{V} (\text{蓄電池電圧}) \times 100\text{Ah} (\text{蓄電池容量}) \times 4 (\text{個})$
 $= 4800\text{Wh} (4.8\text{KW})$

以上より

$(\text{週間全発電量①} > \text{搭載蓄電池容量②})$ となり1週間に1回の使用であればソーラーパネルからの充電のみでバッテリーを満充電可能である。

[電動走行時に使用する電力]

$4\text{KW} (\text{使用モーター最大出力}) \times 0.8 (\text{定格出力 } 80\%)$
 $= 3.2\text{KW}$

[定格出力での連続航行時間]

$4.8\text{KW} (\text{搭載蓄電池容量②}) \div 3.2\text{KW} = 1.5\text{h}$

となり定格出力を80%とした状態で1.5時間の走行が可能な設計としたが、これはヨットが湾を出て帆走に入るまでの時間を考慮しても実用的な数値と判断した。

2-7) ソーラーパネル架台

今回、既に完成しているヨットに、新たにソーラーパネルを付加する必要性があり、図面上では予測できない寸法のズレが生じる可能性があった。そこで、CAD (図7) を用いてシミュレーションを事前に行い理想寸法を割り出し部材の準備を行い、最終的には停泊中の船舶上で微調節が可能な柔軟な設計とした。また、構造体となるパイプを32Φの汎用性が高いアルミパイプを使用、パイプの固定方法をリベット留めとし、現場での作業性を高めるなどの工夫を凝らし、汎用性の高い設計を目指した。(図8)

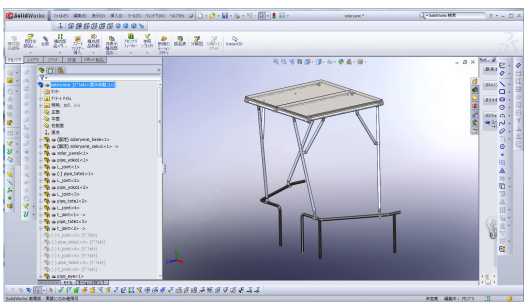


図7：CADを使用して設計したソーラー架台



図8：完成したソーラー架台とコントロールパネル

3) まとめと今後の課題

以上、制作した船舶の概要を記したが、現時点で発展途上のソーラーパネルやモーターを使用しながらも実用レベルで船舶を完成させたという点においては一定の成果を収めたと考える。瀬戸内の環境で実用に耐えうることを目標としたが、結果として瀬戸内以外の環境でも使用可能な船舶となった。今回、屋根に常設の主パネルと停泊時に設置する副パネルという構成としたが、住宅屋根用パネルを使用した結果、設置の際に発電セル表面を保護するガラスが割れるなどのトラブルに見舞われた。副パネルの設置方法や軽量化など、検討課題を残す箇所となった。また、モーターにおいて今後は帆走時に水流でプロペラを回転させ回生エネルギーを発生しバッテリーに蓄電するなど、より効率的な電気設計も可能だと考える。完成した船舶は今後実際に使用を重ね実証実験を元に改善を行なっていきたい。汎用性の高い設計となったので、今後は設計や部材の選定に関する項目をまとめたWEBサイトを立ち上げ情報公開を行うなど、エコロジーな船舶の未来へ向けて少しでも貢献する活動を継続していきたいと考える。

参考)

有限会社セーリングシステム

<http://www.sailing-system.jp/> 最終アクセス 2012.7.31