

金沢工業大学修士学位論文

競技用ソーラーボートにおける自動航行システムの開発

平成9年度

指導教員 大石 紀夫 教授

金沢工業大学大学院工学研究科修士課程
電気電子工学専攻

吉田 幸男

概要

本論文は、平成 4 年度に金沢工業大学機械工学科流体力学研究室が設計を始め、平成 6 年度より夢考房のプロジェクト活動として製作し、現在まで改良を重ねてきた競技用ソーラーボートであるゴールデンイーグルにおけるエネルギーの有効利用方法、すなわち、限られたエネルギーで長時間・長距離を航行させる方法を提言する。

金沢工業大学夢考房ソーラーボートプロジェクトは平成 6 年度より 8 年度までアメリカ機械学会 (ASME) 主催、アメリカ電気学会 (IEEE) 協賛の国際学生ソーラーボートレガッタ「Solar Splash」(以下アメリカ大会とする)、平成 7 年度から平成 9 年度に至るまで浜名湖ソーラー&人力ボートレース大会 (以下浜名湖大会とする) に参加している。本論文では平成 8 年度にアメリカ、浜名湖の両大会に出場したソーラーボート「ゴールデンイーグルⅢ」を改良し、浜名湖大会のみに照準を合わせた開発を行う。

ソーラーボートは、太陽光エネルギーを太陽電池により変換した電気エネルギーと補助バッテリーから得られるエネルギーを動力源として航行するボートである。しかし、ソーラーボートに搭載できる太陽電池の面積は限られ、また変換効率が低いため使用できるエネルギーが限られている。本論文では、限られたエネルギーを有効利用するための電力制御方法および自動航行システムの必要性について考察する。

エネルギーを管理するにはソーラーボートに搭載されている補助バッテリーの残存容量を正確に把握することが不可欠である。バッテリーの残存容量測定方法は 1993 年 7 月に日本工業規格 (以下 JIS とする) で制定されたが、その後改定されておらず、未だ不十分な個所が多い。本論文では独自の方法でバッテリーの性能試験を行い、その残存容量を把握する。

自動航行を実現させるために、マイクロコンピュータ (以下マイコンとする) 制御によるモータ・コントローラを製作し、様々な方法で海上自走試験を行ない、それらの計測データを基にしてシステムを構築する。

夢考房ソーラーボートプロジェクトに参加し、電気工学科・機械工学科・機械システム工学科・経営工学科の学生が学科の枠を越え、終始団結し試行錯誤を繰り返す工学の一端を経験したことは大きな収穫である。また、アメリカ大会に参加することは、他国の学生との技術交換ができるばかりではなく、異文化を直接肌で感じることができ、物の見方・考え方を再確認させるすばらしい経験である。

目次

第1章	序論	1
第2章	ソーラーボート	2
2.1	ソーラーボート	2
2.1.1	ソーラーボートとは	2
2.1.2	基本設計	2
2.2	太陽電池	3
2.2.1	太陽電池の原理	3
2.2.2	太陽電池の特長	4
2.2.3	太陽電池の種類	4
2.2.4	太陽電池の出力特性	5
2.3	最大電力点追尾装置 (MPPT)	6
2.3.1	MPPTの必要性	6
2.3.2	MPPTの種類	6
2.4	モータ	7
2.4.1	モータの種類	7
2.4.2	モータの選定と制御	7
2.5	バッテリー	9
2.6	艇体概要	10
2.6.1	艇体	10
2.6.2	水中翼	11
2.7	動力伝達装置	11
2.7.1	ギアボックス	12
2.7.2	プロペラ	13
第3章	モータの制御回路設計	14
3.1	設計方針	14
3.2	パワー・デバイスの選定	14
3.2.1	パワー・デバイスの動向	14
3.2.2	パワー・デバイスの選定	15
3.3	パワー MOS FET	17
3.3.1	パワー MOS FET の選定	17
3.3.2	並列接続による大電流化	17
3.4	制御回路の設計	18
3.5	保護回路の設計	19

第 4 章	バッテリーの性能試験	21
4.1	性能試験の必要性	21
4.2	残存容量測定法	21
4.3	定電力放電試験	22
4.3.1	定電力制御	22
4.3.2	試験方法	22
4.4	試験結果と考察	23
第 5 章	自動航行システムの開発	25
5.1	自動航行システム	25
5.2	V25 CPU ボード	25
5.3	インターフェイスの設計	27
5.3.1	A/D コンバータ	27
5.3.2	D/A コンバータ	29
5.3.3	接点入力	30
5.3.4	オープンコレクタ出力	30
5.4	プログラムの開発	31
5.5	航行支援機能	32
第 6 章	海上自走試験	33
6.1	残量計算プログラムの動作確認	33
6.2	超音波センサを用いた浮上高さ制御	34
6.3	舵角センサを用いた電力制御	35
6.4	総合性能評価	36
第 7 章	結論	37
	謝辞	38
	参考文献	39
付録 1	平成 9 年度 電気関係学会北陸支部連合大会 講演論文予稿	40
付録 2	C 言語による自動航行プログラム	41
付録 3	参加大会とその成績	61