

## ESS ロボットチャレンジ 2012

渡辺 晴美<sup>†1</sup> 三輪昌史<sup>†2</sup> 久住憲嗣<sup>†3</sup> 小倉信彦<sup>†4</sup> 紫合治<sup>†5</sup>

ESS ロボットチャレンジは、小型飛行船システム開発を通し研究成果を競い、実践的な組込みシステム教育を行うことを目的としている。2010年までの7年間は、MDD ロボットチャレンジとして開催してきた。テーマはモデル駆動開発であり、ソフトウェアのモデルについて審査することが特徴であった。2011年度から、名称をESS ロボットチャレンジに変更すると共に競技内容を変更し、様々な分野の研究成果を競える場として進化した。本チャレンジは、3種類の飛行競技、デモンストレーション、ポスター、ワークショップからなり、本稿では、これらの概要について紹介する。

## ESS Robot Challenge 2012

Harumi Watanabe<sup>†1</sup>, Masahiro Miwa<sup>†2</sup>, Kenji Hisazumi<sup>†3</sup>, Nobuhiko Ogura<sup>†4</sup>, Osamu Shigo<sup>†5</sup>

ESS Robot Challenge is a contest for embedded system development with constructing automatic cruise toy-airship system. The contest will give us research and practical education case studies. It has been held as MDD Robot Challenge, from 2004 to 2010. Model Driven Development (MDD) was the main theme of this challenge. By changing MDD into ESS Robot Challenge, the contest evolves to treat problems of various technical fields. Furthermore, we improve the flight contests of this challenge based on the experience for seven old years. The activity of ESS Robot Challenge consists of two automatic cruise contests, manual cruise contest, exhibition, poster presentation, and workshop. In this article, we introduce the activity.

### 1. はじめに

ESS ロボットチャレンジは、屋内用小型飛行船システム開発を通し、研究成果を競い、実践的な組込みシステム教育を行うことを目的としている。飛行船システム開発という事例を通し、上記の多様で広範な分野にまたがる問題の解決に貢献し、その境界領域を研究することで各々の分野の融合発展を目指している。

ESS ロボットチャレンジは、2004年から2010年までの7年間MDD ロボットチャレンジとして開催して、のべ80以上の大学・企業のチームが参加し、ワークショップでは国内外で活躍する研究者・技術者が議論を重ねてきた。研究素材として、PBL(Project Base Learning)の課題として、企業、大学、専門学校に大いに貢献してきたといえる。さらに、小型飛行船は、年少者でも興味、好奇心をかき立てることから、中高校生向けの教育、大学紹介と様々な場面で利用され、組込みシステムの紹介

に多いに役立ってきた。MDD はモデル駆動開発(Model Driven Development)の略称であり、2000年頃より顕著となった組込みシステムの大規模・複雑化に応じた自動化技術に着目してきた。また組込みシステム技術者の養成が高まり、基礎的な教育や初等教育に重点を置いてきた。

2011年度よりESS ロボットチャレンジと名称を変更し、より広い分野の人々が、より実践的な研究・教育を行う場となるようにした。競技内容も一新し、これまでの蓄積をもとに競技項目を達成していくことで、自動航行する飛行船システムの開発技術が学習できるように配慮した。またポスターとデモンストレーションに注力し、研究的な視点を持って取り組めるようにした。さらに2011年度は続ロボットチャレンジワークショップを12月に開催し、これまでの反省と今後への期待について議論を行った。

2012年度は、基礎的な航行競技に加え、難度の高い航行競技を用意した。難度の高い航行競技を行うことで、より実用的な小型飛行船に近づけ、より実践的な研究と教育となることをねらっている。

†1 東海大学 †2 徳島大学 †3 九州大学 †4 東京都市大学  
†5 東京電機大学

以下、2章では標準的な飛行船システムについて、3章では競技内容、4章では飛行競技会の様子と参加チームおよび運営組織について紹介する。

## 2. 飛行船システム

運営委員会で想定している標準的な飛行船システムの構成を図1に示す。本システムでは、飛行船から発する超音波を地上の受信器で受信し、受信したタイミングから位置を計算する。受信したタイミングの計測を図2に示す超音波(US)MPUで行い、チャレンジの準備した基地局へ送る。

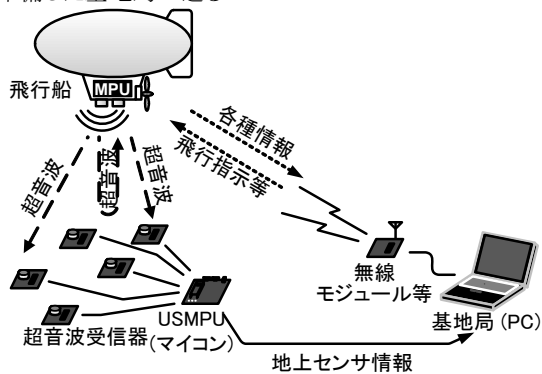


図1 飛行船システムの構成

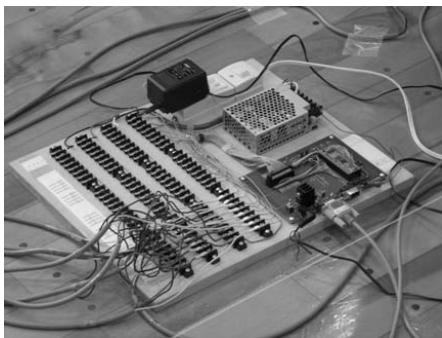


図2 運営委員会で準備したUSMPU

## 3. ESS ロボットチャレンジの競技内容

本章では競技内容について述べる、3.1では競技の構成、3.2以降は各競技について説明する。

### 3.1. 競技の構成

ESS ロボットチャレンジは、東京都市大において2012年8月18日に開催した飛行競技会と、シンポジウム開催期間中に行われる企画からなり、その概要は下記の通りである。

《飛行競技会の概要》

日程:2012年8月18日(リハーサル8月17日)

場所:東京都市大学横浜キャンパス

- (1) 基本航行競技: 昨年の航行競技と同様の競技。決められたコースを往復する。
- (2) 複合航行競: 基本航行競技のコースに障害物等を施し、難度を高めた競技。

《組込みシステムシンポジウム開催期間中の企画》

- (1) 障害物自動航行競技: 東京都市大学で開催した複合競技と同じ競技である。
- (2) デモンストレーション&プレゼンテーション: 飛行に関する特徴的な工夫についてデモを交えて紹介する
- (3) 8の字マニュアル航行競技: マニュアル(ラジコン)で8の字飛行を行う競技である。

### 3.2. 基本航行競技

自律航行により規定動作を行い、動作の正確性を競う競技である。この自動航行競技では、高度制御・方向制御・直進性能などの飛行技術に基づき、システムの総合的な性能を競う。競技フィールドを図3に示す。着陸用の位置マークとして実行委員会により地上超音波センサを4個×2列敷設した。競技では、以下の項目を順次行う。

- (1) 自動離陸および空中静止(高度制御の確認): 離着陸エリアから離陸し、所定の高度まで上昇し、3秒間空中静止する。空中静止での高度は、飛行船から垂らした1.8mのリボンの下端が地面に接地せず、またリボンの下端が地面から30cm以内となる高度とする。
- (2) 直進飛行(直進性能の確認): 空中静止時と同じ高度を維持しつつ、幅3mの飛行エリアを直進する。折り返しエリア到着後に空中静止する。
- (3) 旋回演技(方位制御の確認): 折り返しエリアで規定の旋回演技を行う。(演技内容は2回異なる方向を向いて静止するもので、競技前日に公開した)
- (4) 自動帰還(システムとしての完成度の確認): 離着陸エリアに戻り、着陸する。

自動航行競技は表1に示す配点表の通り、100点満点で評価する。配点は、演技の難しさ、チャレンジのモチベーション、順位付けの明確さを考慮し決めた。

### 3.3. 複合航行競技

基本航行競技のコースに障害物等を施し、難度を高めた競技である。基本航行競技のフィールドの途中に複数の障害物が配置される。これらの障害物を避け

ながら飛行競技を行う。障害物の配置を図 4 に示す。複合航行競技では、飛行船ロボットは以下の競技項目を順次実行していく。

- (1) 自動離陸および空中静止:  
離着陸エリアから離陸し、所定の高度まで上昇、空中静止を 10 秒行う。空中静止での高度は、飛行船から垂らしたリボンの下端が地面に接地せず、またリボンの下端が地面から 30cm 以内となる高度とする。
- (2) 前進飛行(障害物の回避):  
空中静止時と同じ高度を維持しつつ、幅 3m の飛行エリアを前進する。このとき、フィールドにある障害物を回避しつつ前進する。障害物回避のために、飛行エリアをはみだしてもよい。折り返しエリア到着後に 180 度旋回する。
- (3) 自動帰還(システムとしての完成度の確認):  
離着陸エリアに戻り着陸する。

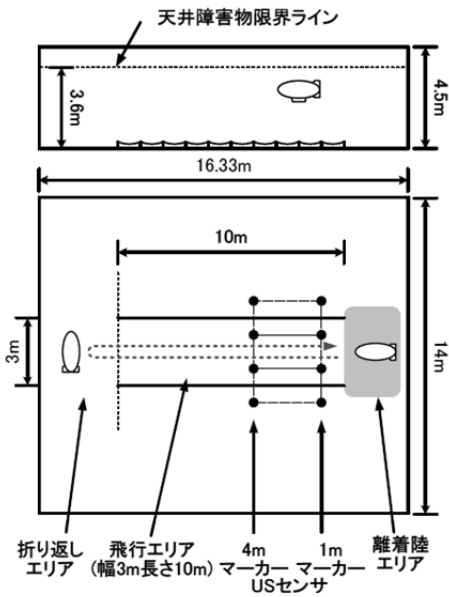


図 3 競技フィールド

### 3.4. デモンストレーション&プレゼンテーション

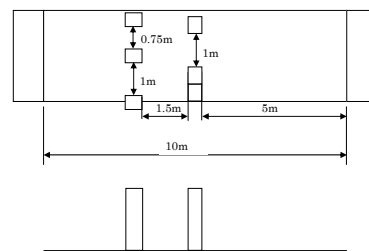
飛行に関する特徴的な工夫についてデモを交えて紹介することを目的としている。モニタリングソフトを中心に工夫した点について説明する。モニタリングソフトウェアには、ロガーやパラメータチューニングのためのソフトウェアを含む。信頼性(デモの実施内容と、レジメ・説明との一致)、有用性(飛行船開発に役立つ)についてレジメと合わせて評価を行う。さらに、ピルエット等の難度の高い飛行を行った場合は技術点が加わる。

### 3.5. 8の字マニュアル航行競技

マニュアル(ラジコン)で8の字飛行を行う競技である。障害物自動航行競技で用いた段ボール箱のポールを正方形のフィールドに置き、8の字に飛行する。5分で何回周回できるかを競う。1周10点とし上限はない。途中で回収、コースアウトをした場合、それまでの周回数と再開した後の周回数を加えることになる。

		配点
自動離陸、 空中静止	離陸	7
	高度静止	7
	回転静止	7
	水平位置静止	7
直進飛行	高度維持(メートル×2点)	20
	方向維持(メートル×2点)	20
旋回演技	エリア到達	4
旋回演技右 90度	角度	2
	回転静止	2
	上下水平静止	2
	静止時間充足2秒	2
旋回演技左 90度	角度	2
	回転静止	2
	上下水平静止	2
	静止時間充足2秒	2
自動帰還	離着陸エリア着陸	12
	離着陸エリアタッチ	9
	離着陸エリア横	6
	離着陸エリア手前	3
合計		100

表 1 自動航行競技の配点表



No.18 WDH=555×455×510 のダンボールを四段重ねた柱を配置

図 4 複合航行競技の競技フィールド



図 5 複合航行競技の障害物を通る飛行船



図 6 飛行競技会の様子

#### 4. 競技の様子・参加チーム・運営組織

飛行競技会では、機械系を得意としたチーム「STUDIO KOTAKA」が新たに参戦し、総合 1 位を獲得した。基本航行競技では、これまで飛行部門で優勝経験のある「ふわっと」が 1 位であった。これまで積み重ねてきた経験により、他分野間での交流が促進されつつある。

近年、掃除機ロボット等の家電製品にもカメラが搭載され、従来のセンサによる役割を担うようになりつつある。このような時流が、昨年度から飛行船競技会にも表れ、昨年度は、飛行船にカメラを搭載し、AR/IR マーカを検出し航行する飛行船が登場した。今年度は、地上にカメラを設置し、飛行船を監視する方式が登場した。また、省電力をテーマとし充電に注力するチーム、飛行船の現在の様子を音声で通知するシステムも登場した。

図 6 は飛行競技会において各チームが調整を行っている様子である。飛行船は室温、気圧、風の影響を敏感に受けることから、会場でのチューニングが必要不可欠である。チューニング専用のツールを準備しているチームもあるほどである。表 3 に参加チーム、表 4 に運営組織を示す。

		配点	
自動離陸・空中静止 28pt	離陸	7	
	高度静止	7	
	回転静止	7	
	水平位置静止	7	
前進飛行 60pt	高度維持	5	
	障害物・床・天井との接触	20	
	減点	障害物との接触回数×5ptをマイナス	
		4回以上の接触で0ptになる	
		接触：機体のどこか一点が触れ離れるまで同時に2点以上が接触の場合は2回とカウントする	
中央部通過	30		
180度旋回	5		
自動帰還 12pt	離着陸エリア着陸	12	
	部分点	離着陸エリアタッチ	9
		離着陸エリア横	6
		離着陸エリア手前	3
合計		100	

表 2 複合競技の配点表

チーム名	所属
1 YSE 飛行船12	横浜システム工学院専門学校
2 S*ASP	芝浦工業大学
3 AirOhta&Irregulars	群馬大学
4 STUDIO KOTAKA	関東学院大学
5 ORCS	九州大学
6 電大北千住	東京電機大学
7 広市大Ver.2012	広島市立大学
8 SkyBoys++	南山大学
9 WHAT	東海大学
10 ふわっと	東京都立大学
11 NEWEST	和歌山大学
12 miwa研	徳島大学

表 3 参加チーム

実行委員長	紫合 治(東京電機大)
運営委員長	渡辺 晴美(東海大)
技術委員長	三輪 昌史(徳島大)
運営委員	小倉 信彦(東京都市大)、汐月 哲夫(東京電機大) 久保秋 真(アフレ)、久住 憲嗣(九大)、 満田 成紀(和歌山大)
顧問	二上 貴夫(東陽テクニカ)

表 4 運営組織

#### 5. おわりに

本稿では、ESS ロボットチャレンジの活動について紹介した。ESS ロボットチャレンジでは、まず、2012年8月18日に基本航行競技、複合航行競技を開催した。この競技を踏まえ実践・研究成果を本システムシンポジウムのポスターとデモンストレーションにて発表する。また飛行競技会より改善を加えた飛行を障害物自動航行競技と8の字マニュアル航行競技の2種目で競う。

本チャレンジの飛行船は、センサで得たデータを、無線ネットワークを介し収集し、航行方法を自動で決めていく。スマートテクノロジーに根差した新しい組み込みシステムの基盤となる技術を含む。これまでの経験をもとに、今後の技術発展に寄与すべく、富士通セミコンダクターの協力を得て、現在、教材作成に取り組んでいる。