

# ET ロボコン 2021 参加報告

山口 広行<sup>†</sup>

## Participation Report for Embedded Technology Software Design Robot Contest 2021

Hiroyuki YAMAGUCHI<sup>†</sup>

### ABSTRACT

We have participated in Embedded Technology Software Design Robot Contest (ET Robocom) from 2008. In ET Robocom 2021, the participants competed for the software by using the same robot and the same course created on the simulator. In this report, an overview and our participation result of ET Robocom 2021 are reported. Since we have developed the high-quality robot control software, we achieved a goal of development in ET Robocom Tohoku Division. We also confirmed that our methods of the software development is effective.

**Key Words:** *embedded technology, software development, engineering education*

**キーワード:** 組込み技術, ソフトウェア開発, 工学教育

### 1. はじめに

IoT (Internet of Things) の進展もあり、自動車や家電製品等に、コンピュータシステム (組込みシステム) を利用することが一般的になり、その用途も拡大を続けている。それに伴い、組込みシステム上で動作するソフトウェア (組込みソフトウェア) の品質向上と、技術者の育成が課題となっている。そこで当研究室では、組込みソフトウェア分野における技術教育をテーマにした、ETソフトウェアデザインロボットコンテスト (以下、ETロボコン) <sup>1)</sup> に着目し、2008年より卒業研究の一環として毎年参加している。

本報告では、ETロボコンの特徴と2021大会の概要、そして当研究室の取り組みと参加結果について紹介する。

### 2. ETロボコンの特徴

ETロボコンは (一社) 組込みシステム技術協会 (JASA) が主催する、ソフトウェアの開発技術を競うコンテストである。例年、参加チームの約半数が企業チームと、産学の垣根を越えて開催される点がETロボコンの大きな特徴の一つである。2019年には社会の情報化促進への貢献が認められ、経済産業大臣賞を受賞している。

もう一つの大きな特徴は、全チームが同じロボット (走行体) を用いる点である。ETロボコンの走行体はレゴ社のマインドストームが用いられるが、組み立て方法は全て指定されており、

---

令和 3年 12月 6日 受付

<sup>†</sup> 工学部システム情報工学科・准教授

実機を使った大会では走行体の検査（車検）も行われる。このことによりハードウェアの条件を同一にし、走行体を制御するソフトウェアのみを競うというコンテストの趣旨を実現している。ETロボコン2021で用いられた走行体を、図1に示す。

### 3. ETロボコン2021の概要

今年も昨年と同様に、コロナ禍への対応として全イベントがオンラインで開催された。大会用のコースを事前に利用できる試走会や、大会の競技会も、図2のバーチャルコースを利用してオンラインで開催された。

クラス制も昨年と同様であった。システム開発の体験を目的としたエントリクラス、モデリング（分析・設計）をシステム開発に適用することを目的としたプライマリークラス、モデリングを駆使したシステム開発で高度な課題を解決することを目的としたアドバンストクラスの3クラス制で開催された。各クラスの成績は、ソフトウェアをどのように分析・設計したかを評価するモデル部門と、コース上を走行させてタイムを競う競技部門があり、両者を勘案して総合順位が決定される。モデルと競技の両部門を通して、ソフトウェア開発の全工程を審査する点も、他のコンテストにはない特徴と言える。

競技用の走行体とコースは、図1と図3のように全クラス共通となっている。コースは約12畳分の大きさで、その中に黒線で描かれた2種類のコース（RコースとLコース）が用意されている。競技結果は、スタートからゴールまでの走行に要した時間（走行タイム）から、コース上の課題をクリアすることで獲得できるボーナスタイムを減算した結果（リザルトタイム）により決定される。クラスによって異なるのは、ボーナスタイムを獲得するための課題の難易度となる。

2018年までは両コースのリザルトタイムの合計で競技順位を決定していたが、2019年からはベストタイムで順位を決定する方法にルールが変更



図1 ETロボコン2021の走行体



図2 ETロボコン2021のバーチャルコース

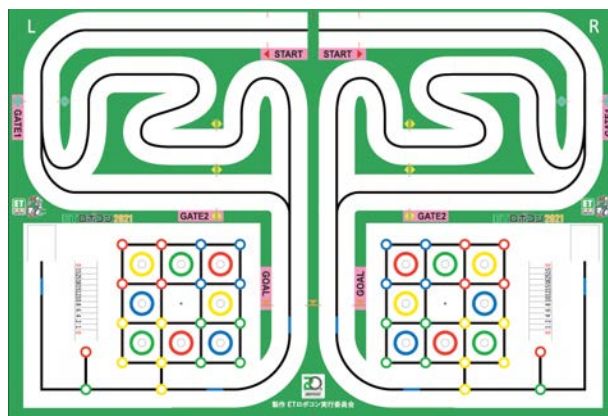


図3 ETロボコン2021のコース図

された。またベストタイム制の導入に伴い、図3のようにコースが左右対称で設計されるようになった。

### 4. 当研究室の取り組みと参加結果

当研究室では、学生の技術力と課題解決力の向上を目的に、卒業研究の一環として2008年より

ETロボコンに参加している<sup>28)</sup>。ETロボコンの走行競技では各コースの走行は1回のみのため、上位を目指すには制御ソフトウェアの信頼性を高める必要がある。信頼性の向上には走行体を用いた実機テストが欠かせないが、手動の実機テストでは大会までの限られた期間において実施できるテスト回数に限界があるため、何らかの工夫が必要となる。そこで当研究室ではテストの効率化とソフトウェアの信頼性向上を目的に、表1の開発方針を考案し<sup>4)</sup>、それに従った開発を実施してきた。また開発方針の有効性も大会の競技結果として示してきた。

表1 考案した開発方針

開発方針	考案年度	参考文献
ソフトウェアの再利用	2010	4), 6)
アルゴリズムの共通化	2012	4), 6)
誤差の解消	2016	5), 6)



図4 スラロームの概要 (Lコースの例)

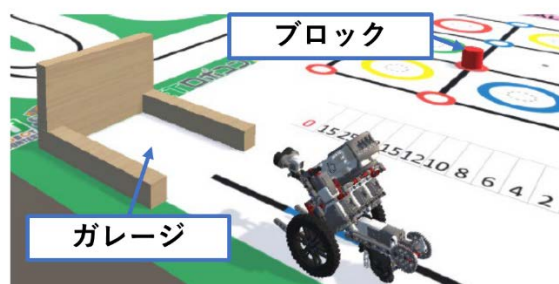


図5 ガレージの概要 (Lコースの例)

#### 4.1 走行プログラムの開発

2021年は2名の学生で、プライマリークラスに参加した。今年のプライマリークラスは2つの課題(スラロームとガレージ)が設定されたが、各学生がそれぞれ一つの課題を担当して、走行プログラムの開発を進めることとした。学生が集合して共同で開発する方法もあるが、コロナ禍の影響で集合できなくなる可能性があること、またシミュレータによる開発のため時間や場所の制約がないことから、各自で担当課題のプログラムを開発することにした。

学生は、表1の方針に従って開発を進めた。まず「ソフトウェアの再利用」の方針に基づき、走行方法(ライントレースや直進、回転等)に関する研究室ライブラリを用いて、担当課題のプログラムをLコースから開発した。次に、「アルゴリズムの共通化」の方針に基づき、Lコースと同じアルゴリズムでRコースのプログラムを開発した。「誤差の解消」については以下で述べる。

図4は「スラローム」の概要図である。走行体全体が進入ラインからスラローム板上った後、走行体の一部がコースに触れることなく、走行体全体が通過ラインからスラローム板を降りることでボーナスタイムを獲得できる課題である。さらに、スラローム板上で倒れなかった障害物の数に応じて、追加のボーナスタイムも獲得できる。

スラローム板上の黒線に沿ってライントレースすると障害物に接触するため、担当した学生は直進と回転によって障害物を避けながら走行するプログラムを考案した。ただし、ライントレースを用いないため、走行するにつれて位置情報の誤差が大きくなり、安定した走行を実現することができなかった。そこで、超音波センサーで障害物を検出することで進行方向の走行距離の誤差を、黒線を検出・ライントレースすることで走行体の向き(進行方向)の誤差を、それぞれ解消することにした。その結果、成功率が大幅に向上した。

図5は「ガレージ」の概要図である。走行体全体がガレージに囲まれた駐車領域に3秒間停止することでボーナスタイムを獲得できる課題である。さらに、図5のブロックも駐車領域に収まっていると、追加のボーナスタイムも獲得できる。なお、ガレージ手前の黒線(一部青線)は、図4

の通過ラインとつながっている。

この課題では、①ガレージに進入する時と、②ブロックの位置まで移動する時に、ライントレースが利用できないため、位置情報の誤差が発生してしまう。その誤差を解消するために、次のような工夫を行った。①はガレージ手前の黒線を利用して走行体の向きの誤差を、ガレージ奥の板を超音波センサーで検出することで走行距離の誤差を、それぞれ解消することに成功した。

②はガレージ手前の黒線をライントレースして走行体の向きを黒線と平行にしようとしたが、図4の通過ラインを降りた時に黒線から離れていることもあり、ライントレースの距離が不十分な場合があった。平行でない状態でブロック方向へ回転・直進すると、黒線からブロックまでは1m以上離れていることもあり、ブロックに接触する等の不具合が発生することがあった。そこで、図5のように青線を検出するまでガレージ方向にライントレースした後、180度回転して通過ライン方向に再度ライントレースするように改善した。この改善により、走行体の向きを黒線と平行にすることが可能となり、ブロックの位置まで確実に移動できるようになった。

このようにして各学生が開発したプログラムを結合し、コース全体を走行するプログラムを作成した。そして、東北地区大会に向けてシステム全体のテストを繰り返した。

#### 4.2 東北地区大会の結果と今後の課題

ETロボコン2021東北地区大会は、10月2日にオンラインにて開催された。当日はエントリークラスに3チーム、プライマリークラスに17チームが参加し、各チームの開発成果を披露する走行競技が行われた。また競技終了後には設計モデルに関するワークショップも行われた。

表2は、当研究室のチーム「ヒット&ラン」の走行競技結果である。ベストタイムとなったLコースでは、開発目標としていた全ボーナスタイムの獲得を見事に達成し、走行競技では2位という成績を収めた。ただし設計モデルの評価が

表2 ETロボコン2021の走行競技結果

	タイム (秒)		
	走行	ボーナス	リザルト
Lコース	24.8	30(*1)	-5.2
Rコース	25.8	4(*2)	21.8

獲得したボーナスタイムの内訳

(\*1) 中間ゲート1,2 (各2秒)、スラローム (5秒)

障害物回避 (8秒)、ガレージ停止 (5秒)

ブロック搬入 (8秒)

(\*2) 中間ゲート1,2 (各2秒)

低かったため、全国大会への出場は残念ながら逃した。しかしながら全地区大会終了時の全国ランキング<sup>9)</sup>は11位と、今年も学生たちの健闘が光った。

前述の通り、ETロボコンはモデル部門と競技部門の両者を勘案して総合成績が決定される。過去の報告<sup>6)</sup>でも述べた通り、競技部門は全国でも上位レベルにあると考えているが、モデル部門は上位チームよりもレベルが低いのが実情である。東北地区は全国でも高いレベルにあるため、表1のような方針を設計モデルでも確立していくことが、全国大会を目指す上での大きな課題と考えている。

昨年の報告<sup>8)</sup>でも述べた通り、シミュレータの導入により競技部門のレベルが大幅に向上した。特に今年は走行タイムの短縮が顕著であった。表2の通り、当研究室も最大30秒のボーナスタイムを獲得したにも関わらず、全国ランキングは11位であった。上位チームとの違いは走行タイムのみであるが、ランキング1位の走行タイムは20秒未満と驚異的な結果であった。そこで、20秒未満の走行タイムをどのように実現しているかを全国大会で確認したところ、効果的にショートカットを用いていることが分かった。図3(コース)の緑色の部分には装飾品が置かれる。ショートカットは、緑色の部分を装飾品を避けて通過することで、走行タイムの大幅な短縮を目指す走行方法である。実機を用いた2019大会までは、装飾品の位置は大会当日まで分からないため、ショートカットの利用はリスクを伴うものであった。それに対し、図2のバーチャルコ

ースでは、試走会と大会で装飾品が変わらない設定だったため、ショートカットが利用しやすかった。このことが走行タイムの短縮が顕著であった理由と考えている。来年は実機を用いた大会に戻る予定のため、ショートカットの利用は困難になると思われるが、当日の装飾品に合わせて、ショートカットを利用することも検討したいと考えている。

## 5. おわりに

組込みソフトウェア分野における技術者教育をテーマとしたETロボコンの概要と、当研究室の取り組みを紹介した。コロナ禍により、昨年に引き続き全イベントがオンライン開催となったが、シミュレータ導入の効果もあり例年以上にレベルの高い大会となった。当研究室も、これまでに培ったソフトウェアの開発方針を踏まえて、走行プログラムを開発した。その結果、全国大会の出場は逃したものの、走行競技で全ボナスタイム獲得という開発目標を、参加学生の努力により達成することができた。今後も学生の技術力と課題解決力の向上という目的を見失うことなく、ETロボコンへの参加を続ける予定である。

## 謝 辞

ETロボコンへの参加は、当学科の多大なる支援による。またETロボコンで得られた成果は、参加学生（赤平野唯君、五十嵐開一君）の多大なる努力による。

## 参考文献

- 1) ETロボコン公式ホームページ：<https://www.etrobo.jp/>  
<2021年12月1日アクセス>.
- 2) 山口広行：ETロボコン 2008 参加報告, 八戸工業大学紀要, Vol. 28, pp.263-268, 2009.
- 3) 山口広行：ETロボコン 2009 参加報告, 八戸工業大学紀要, Vol. 29, pp.207-212, 2010.
- 4) 山口広行, 菊池恭史, 工藤正躍, 中村歩夢：組込ソフトウェアの品質向上に向けた試み, 情報処理学会東北支部研究報告, Vol. 2012-2, No. 7, 2012.
- 5) 山口広行, 岩城匠真, 小田悠介, 木村洸太：組込システムのロバスト性向上の試み, 情報処理学会東北支部研究報告, Vol. 2016-2, No. 1-1, 2016.
- 6) 山口広行：ETロボコン 2018 参加報告, 八戸工業大学紀要, Vol. 38, pp.101-106, 2019.
- 7) 山口広行：ETロボコン 2019 参加報告, 八戸工業大学紀要, Vol. 39, pp.170-175, 2020.
- 8) 山口広行：ETロボコン 2020 参加報告, 八戸工業大学紀要, Vol. 40, pp.207-212, 2021.
- 9) ETロボコン全国ランキングホームページ：  
<https://ranking.etrobo.jp/> <2021年12月1日アクセス>.

## 要 旨

当研究室では、組込みソフトウェア分野における技術教育をテーマとした ET ロボコンに、2008 年より卒業研究の一環として参加している。ET ロボコン 2021 は、コロナ禍のため昨年に引き続き全イベントがオンライン開催となったが、シミュレータ導入の効果もあり例年以上にレベルの高い大会となった。当研究室は全国大会への出場は逃したものの、事前に定めた開発目標を達成し、走行競技では全地区大会終了時で全国ランキング 11 位の成績を収めた。また達成に向けた努力を積み重ねる中で、学生のソフトウェア開発力と課題解決力の向上が図れたと考えている。

**キーワード**: 組込み技術, ソフトウェア開発, 工学教育