

ETロボコンで競う バランスの取れた開発力

モデリングを通じて実践的なスキルを身に付けよう！

組込みシステム技術協会 理事
ETロボコン実行委員会審査委員長 渡辺博之



あらためて「ETロボコン」とは？

すでにご存じの方も多いと思いますが、ETロボコンとは、JASAが組込みシステム分野における技術教育をテーマに主催しているロボットコンテストの略称で、同一のハードウェア(LEGO Mindstorms)上にUML等で分析・設計されたソフトウェアが搭載されたロボットを使い、指定されたコースをいかに速く上手く自律走行するかを競い合う大会です。

2002年から開始して、通算14回目の開催を迎える今年の2015年大会では、全国12地区で計346チームが参加し、白熱した戦いが繰り広げられる予定です。参加チームの増加に伴い、当初はみな同じレギュレーションで競っていた大会も、現在では、開発初心者(デベロッパー部門プライマリークラス)、開発熟練者(デベロッパー部門アドバンストクラス)、企画&開発者(イノベーター部門)といった2部門3クラスに分かれて競い合う大会となっています。

総合評価で問われる「走行」と「モデル」のバランス

ETロボコンの大きな特徴は、競技の優劣を走行結果だけでなく、ソフトウェア設計の出来を含めて競うという点にあり、この点で他の多くのロボコンとは一線を画しています。そして、ソフトウェア設計は、UMLなどで記載されたモデルを用いて評価されるため、ETロボコンにおいては、この「モデル」が非常に重要な役割を担うことになります。

まず参加者には、事前に、モデルのどこをどのように評価するかが記載された「モデル審査基準」が公開されます。参加チームは、この審査基準を参考しながら、その年の大会コースをクリアするためのソフトウェア設計を考え、モデルとして記述していきます。

完成したモデルは、大会の約ひと月前に事務局に提出され、各地区ごとの審査委員会で厳密に審査されます。審査委員会は、ソフトウェア設計やモデリングに精通した産業界の有識者および大学の先生などから構成されます。

大会当日は、このモデルを元に実装したソフトウェアが搭載されたロボット(走行体と呼ばれます)が指定されたコースを自律走行し、その走行タイムで順位を競います(タイムは短いほど得点が高い)。

最終的に、事前に審査されたモデルの点数と、大会で走行した点数を総合的に評価し、「合計得点が高く、かつ双方のバランスが取れている」順で順位が確定します。つまり、モデルだけきれいに書けても大会での走行が今一つだったり、走行は速かったけれど設計モデルがきちんとかけていたなかったり、というチームは上位に入賞するこ

とが出来ない評価システムを採用しています。走行とモデルがどちらも高い、すなわち、走行性能と設計内容が高次でバランスしている、ソフトウェア開発から見ると理想的な姿に一番近いチームが優勝を勝ち取ることが出来る仕組みになっています。

モデル審査基準で問われる 2つのバランス

性能に直結する「制御技術」と、ソフトウェアでの実現方法を示す「設計技術」

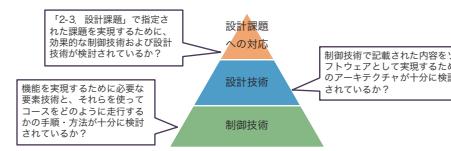
図1に示したものは、デベロッパー部門アドバンストクラスの今年のモデル審査基準になります。このクラスは、冒頭に説明したように「開発熟練者」のエントリーを想定しており、審査基準もそれに合わせ、実践的かつ難易度の高いものになっています。「2-1. 審査方針」にあるように、このクラスのモデルは大きく以下の3つのカテゴリで評価されます。

図1 2015年大会のデベロッパー部門アドバンストクラス審査基準(抜粋)

2-1. 審査方針

■ アドバンストクラスに期待される「技術を応用するスキル」を競うために、高性能を実現する制御技術と、それをソフトウェアとして実現するための設計技術を評価します

- 審査項目は「制御技術」「設計技術」「設計課題への対応」の3カテゴリーで構成します。
- 「設計課題への対応」では、「2-3. 設計課題」で指定された課題を実現するために、効果的な制御技術および設計技術が検討されているか、を評価します



Copyright(c) ETロボコン実行委員会 All rights reserved.

2-2. 審査基準

■ 制御技術

カテゴリ	内容	項目	審査基準	具体例
制御技術	機能を実現するために必要な要素技術と、それらを使ってどのように走行するかの手順、方法が十分に検討されているか？	機能	機能を実現するためには必要な要素技術についての調査・検討、検討結果が記述されているか？	たとえば、デバイス要素技術(センサ、モータ)・基本走行技術(走る/曲がる/止まる)・自律性(ライントレース、自己位置推定)など。
	制御技術で記載された内容をソフトウェアとして実現するためのアーキテクチャの手順、方法が十分に検討されているか？	制御戦略	定義された要素技術を使って、どのように機能を実現しているかが記述されているか？	たとえば、ペーシング・ステージ走行に対する制御手順の記述など。
一貫性	要素技術と制御戦略で記載された内容が一貫しており矛盾はないか？	一貫性	要素技術と制御戦略で記載された内容が一貫しており矛盾はないか？	たとえば、要素技術のデバイス要素技術に対する制御路の難所攻陥における対応などが、

Copyright(c) ETロボコン実行委員会 All rights reserved.

2-2. 審査基準

■ 設計技術

■ 設計課題への対応

カテゴリ	内容	審査基準
設計課題への対応	「2-3. 設計課題」で指定された内容を実現するために、効果的な制御技術および設計技術が検討されているか？また、記述されている内容は妥当か？	設計課題で指定された課題に対して、それを効果的に実現するための制御技術と設計技術が検討・記述されているか？また、記述されている内容は妥当か？

Copyright(c) ETロボコン実行委員会 All rights reserved.

1-1. 概要

- 仕様未確定エリアIIは、障害物が置かれたボード上を走破して、ボーナスを獲得することができる難所です
- ボード上には格子が描かれており、図1のように、計4個の障害物が任意の格子内に配置されます
 - 障害物 (4個)
 - 走行直前における位置が決定されます
 - コース上のバーコードを走行体が読むことにより、その配置位置を知ることができます
 - いずれの障害物も回避対象です
 - 走破不可能な大きさ・形状を持ちます



Copyright(c) ETロボコン実行委員会 All rights reserved.

3-1. ボーナスの獲得

■ 獲得条件

- 走行体全体会が進入ラインからボードへ上った後、走行体全体会が通過ラインからボードを降りた場合は、ボーナスタイムを獲得できます
- 走行体が横転や転倒してしまった場合でも、走行体全体会がボードから降りていれば、ボーナスタイム獲得となります
- 障害物に接触したり、動かしたりしても与えられるボーナスに影響はありません



Copyright(c) ETロボコン実行委員会 All rights reserved.

A3用紙5枚に込める設計への想いと、「鳥の眼」と「虫の眼」のバランス

前述したようにETロボコンに参加することでモデルを使った設計力が培われるのを言うまでもありませんが、もう一つロボコン参加者が取り組まなければならない大切な課題があります。それは、「いかに設計内容を分かり易く伝えるか」というドキュメンテーション技術です。ここで問われるのは「設計」と「ドキュメンテーション」の高次のバランスです。

通常、開発者の多くは「いかに正しく制御し、上手く設計するか」に注力しがちで、それを第三者に分かり易く説明することについてはあまり注意を払いません。しかし、そうやって作られたソフトウェアの多くが、開発現場で不良資産と化し、その後の保守や機能追加において多数のバグや手戻りを引き起こして来たのは周知の事実です。

ETロボコンでは、モデルを第三者が審査するという方法を取っているために、自分たちのモデルをいかに分かり易く伝えるかということが、モデル審査に向けての必須課題となります。必然的に、本気モード全開でモデルのドキュメンテーションに取り組むことになります。ですから、提出されるモデルは、私たちが仕事の現場で見ることの多い味気なくアリバイ的なドキュメントとは違い、「ここをぜひ見てほしい!」「設計には

図2 2015年大会の設計課題(抜粋)

- どのようにロボットを制御するかを記述した「制御技術」
 - それをソフトウェアとしてどのように実現するかを記述した「設計技術」
 - 大会ごとに異なる課題をどのように解決するかを記述した「設計課題への対応」
- 「制御技術」は、日本の組込みエンジニアが最も得意とする、ロボットを動かすための「制御ロジック」や「要素技術」など、大会で勝つためのノウハウの塊の部分です。一方「設計技術」は、それをソフトウェアでどう上手く実現するかを問うもので、これまで日本の組込みエンジニアが苦手としてきた「シンプルに整理されたロジック」「見通しの良いアーキテクチャ」が求められます。すなわち、自律走行にふさわしいロボットの制御技術を持ち、それを正しく高品質なソフトウェアとして設計できる力があるか、

の両側面のバランスを問う基準になっています。

走行ルートを決める「情報処理技術」と、それに沿って走る「走行技術」

さらに、この2つの基準に加え、その年ごとに設けられる課題に対してどう対応するかを記述するのが「設計課題への対応」になります。ちなみに、今年の課題とは、
 ①バーコードを読んで障害物の配置を把握
 ②障害物を上手く回避できる走行ルートを算出
 ③算出したルートに沿って正確に走行といった3つの課題が組み合わされた難易度の高いものになっています(図2参照)。この課題をこなすためには、走行ルートを算出するための「情報処理技術」とルートを走行するための高度な「走行技術」の二つのバランスが求められます。

図3 2014年大会の表彰チーム「ぶっこみライダーズ」のモデル(抜粋)

P2-1 パッケージ構造

システムの機能を明確にするためクラス群をパッケージとして分別しました。

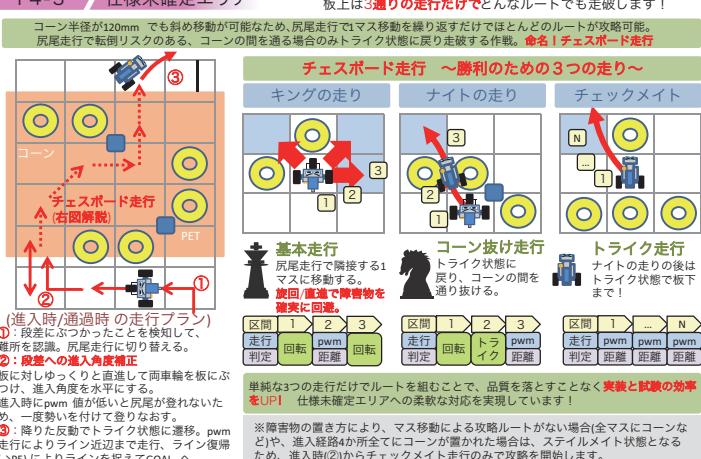
表:パッケージの責務一覧

パッケージ	責務
コース走行	走行体システム 走行/キャリブレーション/走行 プラン受信機能の提供
	終了判定インターフェース 終了判定パッケージのインターフェースの提供
	走行インターフェース 走行パッケージのインターフェースの提供
区間情報	終了判定/走行のための情報を保持
終了判定	区間の終了を判定するアルゴリズム/パラメータの提供
走行	区間内の走行を制御するアルゴリズム/パラメータの提供
通信	Bluetooth通信を行う
走行体情報	取得したモータ・センサ値の演算・加工 モータ出力値の設定
デバイス	モータ・センサ値の取得・設定

・コース走行パッケージと終了判定・走行パッケージは依存関係逆転の原則に則って設計。全体の走行フレームワークを提供するコース走行パッケージは終了判定や走行の機能変更に対して影響を受けないようにした。

・走行プランは区間のインスタンスの組合せで表現。区間の組み換えにより様々な走行プランを再現でき、段階的に仕様が決定される仕様未確定エリアに対しても素早く対応できるようにした。

P4-3 仕様未確定エリア



障害物のマスクをチェスボードに見立て、走行をパターン化。板上は3通りの走行だけどんなルートでも走破します!

コーン半径が120mmでも斜め移動が可能なため、尻尾走行でマス移動を繰り返すだけでほとんどのルートが攻略可能。

尻尾走行で転倒リスクのある、コーンの間を通り越す場合のみトライク状態に尻尾走破する戦略。命名! チェスボード走行

チエスボード走行 ~勝利のための3つの走り~

キングの走り ナイトの走り チェックメイト

基本走行 尻尾走行で転倒するマスに移動する。 戻り/直進で障害物を確実に回避。

コーン抜け走行 トライク状態に尻尾、コーンの間を通り抜ける。

トライク走行 ナイトの走りの後はトライク状態で板下まで!

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 回転 pwm 回転 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

走行 pwm 判定

区間 1 → 2 → 3 → ... N →

こんな工夫が凝らされている!」「仕様変更に容易に対応できるソフトウェア構造に注目!」といったような、非常に熱い、それこそ設計者や開発者の想いがいっぱい詰まつた、本当に素晴らしいドキュメントになっています。

さらにロボコンでは、多数のモデルを審査する都合上、提出できる枚数に制限があります。第1回大会からこれまで、一貫して「A3用紙5枚でモデルを記述する」という方法を採用しており、「少ない枚数で、いかに分かり易くモデルを説明するか?」というテクニックも大いに問われます。ここに関しては、全体を俯瞰する「鳥の眼」的な記述と、妥当性が判断できる「虫の眼」的な詳細さを、うまくバランスさせることが重要になります。

バランスの取れた開発力こそが実践では役に立つ

ここまで、ETロボコンの大会ルールや審査方法、そこでのモデリングに求められるさまざまな技術を紹介してきました。

「走行」と「設計」の総合評価というユニークな大会ルールや、モデルの審査基準における「制御」と「設計」、プレゼンテーションにおける「鳥の眼」と「虫の眼」など、改めて見てみると、ETロボコンの参加チームには、非常に多様なバランスが求められていることが分かります。しかし、このバランスの取れた開発力こそが、本来、開発の現場で求められるものであり、その一方、さまざまな制約が絡む開発現場で実現することが非常に困難な理想の姿もあります。ぜひ、制御から情報処理、設計から実装、そ

してドキュメンテーションと、実際の仕事ではなかなか体験できない理想を追求した高バランスな開発スキルこそをETロボコンを通じて体験・習得していただき、最終的にはそれを開発現場にもフィードバックしていただけたら、われわれ運営している実行委員としては本当にうれしい限りです。

さいごに

これまでETロボコン審査委員長としてJASAの活動の一端を担ってまいりましたが、今年からJASAの理事を拝命することになりました。これからは、あらたに理事という立場で、ETロボコンを含めさまざまな側面からJASAの発展に寄与できればと思っております。引き続き、これからもどうぞよろしくお願ひいたします。

JASA中部支部 海外産業調査報告 —Computex Taipei と台湾企業の視察—

JASA中部支部事務局
佐藤 博昭



今年6月3日より6日の4日間に渡り、COMPUTEX TAIPEIと台湾企業訪問を交えた台湾産業調査を報告します。

会員外からの参加も得、名実ともに公益事業としての実施となりました。

視察場所:

COMPUTEX TAIPEI

台湾国際貿易センター、南港展示館

Aval工業技術院(ITRI)台北事務所

参加者:

9名 名古屋から8名、岩手から1名

1. COMPUTEX TAIPEI2015

約1,700社が展示し、総来場者13万人、海外から約36,000人が訪問する世界最大級の展示・商談会であるComputex Taipei2015は台湾国際貿易センター(TWTC)ホール1、ホール3と南港展示館を会場に使用して6月2日から6月6までの日程で開催された。例年並みの入場者となった。

視察団は4日と5日の3時まで訪問。ETと同様、多数のセミナーと新製品発表やブ



台湾国際貿易センター(TWTC)ホール1▲
ホール1の内部▶



ライバート展示などがあったが残念ながらそちらを見ることはできなかった。マイクロソフトやインテルのセミナーではIoT時代にどのように対応するかを言及したこと。次回は展示だけではなく、セミナーにも注目したい。

この展示会は基本的にクリスマス商戦用のアイテムをバイヤーが探す展示会で、必ずしも最新技術が出ているわけではないが最新のマイクロプロセッサーを使ったボード等が展示されていた。

展示はコンピュータ製品、周辺機器、イ

ンターネット関連、プロジェクトやLCDモニタ、チップモジュールからEMSまで多岐にわたる。南港展示館の2階方がIntel、Acer、AMD、Microsoft、ASUSなど有名企業が大きなスペースを割いて、一昨年に比べ南港展示館の方が充実した展示を感じられた。

この展示会での特徴はクリスマス商戦用ということで、バイヤーがすぐに商談できるようブースに必ず商談スペースがあり、実際に商談が進められているところである。