

2017 年 技能五輪全国大会

移動式ロボット職種ルールブック

目次

1. 競技内容の経緯と概要	2
2. 競技中の安全対策について	3
3. 職種定義	4
4. 競技の説明	6
5. 競技に使用するロボット	9
5.1. ロボットの構成	9
5.2. ロボットの仕様	10
6. 競技に使用される器具の仕様	14
6.1. 障害物	14
6.2. その他	14
7. 競技内容	15
7.1. 技術情報書類の審査	16
7.2. 外観検査	17
7.3. 基本動作検査	18
7.3.1. 走行距離制御の検査	19
7.3.2. 走行回転角度制御の検査	20
7.4. 安全機能検査	21
7.4.1. 安全機能装置搭載の検査	21
7.4.2. 起動時の検査	22
7.4.3. ロボットの動作起動と正常な停止の検査	22
7.4.4. ロボットの動作起動と非常停止の検査	23
7.4.5. ロボットの動作起動とバンパスイッチ反応時の検査	24
7.5. 競技課題	25

1. 競技内容の経緯と概要

技能五輪全国大会「移動式ロボット職種」は、技能五輪国際大会「移動式ロボット職種」の競技内容に従い、2014年までは市販のFESTO社製Robotino2を使用してきた。2015年の技能五輪国際大会では、市販のロボットを使用するのではなく、新たな競技ルールに従い、各チームが設計・製作したオリジナルロボットにより競技が行われた。これまでの技能五輪全国大会では、デモンストレーションとして実施をしてきたが、今大会より正式職種として実施することとなった。

今大会では、技能五輪及び国際大会の強化とロボット技術者の育成等を勘案し、企業からの参加チームに加え、8月に実施された若年者ものづくり競技大会において優秀な成績を収めたチームにも参加枠を与え実施する。

選手は、本ルールブックで決められた仕様に従い、移動式ロボットを準備し、事前に示される参考課題の動作が実現できるように、ロボット本体のハードウェアの仕様を整え、基本的なプログラミング技術を習得することが要求される。大会当日、参考課題をベースとした競技課題が示され、選手は、課題で示された動作・機能を正確に分析し、それを具体的に実現するためのハードウェア設計(簡易な改造)、ソフトウェア設計の技量が試される。

本競技は、2名の選手で構成されるチームで参加する競技であり、課題達成のためのロボットの設計、製作と組み立て、プログラミング・試験および調整、性能の点検と試運転などの作業を高効率で行うための作業計画を策定する必要があり、選手同士のコミュニケーション能力も必要とされる。また、この競技に参加する選手には、モータなどの駆動系、センサなどのハードウェア知識、プログラミング能力、そして何よりも、システム全体を俯瞰できるロジカルな設計力が問われる。

以下に、競技ルールを定める。なお、本ルールブックの”2.競技中の安全対策について”、”3.職種定義”、”5.競技に使用するロボット”は、若年者ものづくり競技大会「ロボットソフト組込み職種」ルールブックと、ほぼ同様な内容となっている。

2. 競技中の安全対策について

競技中の選手及び競技関係者の安全は何事にも優先される。表1に競技中の安全対策に関する決定事項を示す。選手及び競技関係者は必ず守らなければならない。

表 1 競技中の安全対策

(1)	競技中に選手が負傷した場合、そのチームは作業を中止し、負傷した選手の対応を優先させる。
(2)	競技途中であっても、競技委員が不安全であると判断した行為に対しては、協議の上、注意を行う。注意しても改善されない場合は減点する。また、必要に応じ競技を中断させる場合がある。
(3)	競技中には、ロボットを持ち上げるなどの行為が発生する。常に、落下、負傷などの危険性がある。競技中の選手は、常に安全靴を履くこと。 (JISのS種以上、JASSのA種以上の物を推奨する。)
(4)	ロボットには安全に保持できる搬送時の取手などを設けなければならない。 ロボットを移動させる場合は、その搬送時の取手を持つこと。
(5)	ロボット本体、機材など、選手1人で持ち上げて良い重量は15 kg以下とする。 15 kg以上の重量物を持ち上げる場合は常に2人以上で行うこと。
(6)	選手及び競技委員等はワークスペース（アリーナを含む）内を綺麗な状態に保つように注意を払う。
(7)	選手の上履きの汚れにより、アリーナ内のロボットが誤認識・誤動作した場合は競技選手の自己責任とする。
(8)	選手及び競技委員等はワークスペース（アリーナを含む）内を歩いて移動すること。 走る、飛び越えるなどの動作は行ってはならない。
(9)	競技中に、車体に対する工作や加工（やすり、のこ、ドリルなど）を行う場合、保護めがねを着用すること。
(10)	競技中に、電子回路に関する、はんだ、回路の修正、配線などの作業を行う場合、保護めがねを着用すること。

3. 職種定義

表2に本競技の選手に必要とされる技能・技術を定義し競技の方向性を定める。

表 2 必要とされる技能と技術

作業組織と管理 (1) 整理整頓を徹底し、良い作業環境を整備することができる。 (2) 健康や安全に対して、十分に配慮することができる。 (3) 効率よく作業を計画することができる。 (4) ロボット工学に対する現行規則・規制を理解し、遵守することができる。 (5) あらゆる機器や資材を製造者の取扱説明書に従って、使用することができる。
コミュニケーションおよび対人技能 (1) 入手できる技術データや取扱説明書から必要な情報を読み取ることができる。 (2) 書籍、WEB等を活用して、問題解決に向けた調査ができる。 (3) 自らの意見を論理的に記述および説明し、他者と討論かつ意思疎通ができる。 (4) 電子メール等の通信技術を活用できる。 (5) 技術的な内容を他者と話し合うことができる。 (6) 専門外の人達に、技術的な内容をわかりやすく説明することができる。 (7) 報告書を作成できる。得られた結果について考察することができる。
設計 (1) 移動式ロボットに求められる性能・特性を特定するため、摘要または仕様書の分析することができる。 (2) 摘要または仕様書の不確実な部分を特定し、指摘することができる。 (3) 移動式ロボットの作業環境の特徴を特定することができる。 (4) 求められる規格を確実に満たすように設計することができる。 (5) ハードウェアの必要事項を特定することができる。 (6) 所定のスケジュールの設計計画を立案することができる。 (7) 物品を製造するための設計書を作成することができる。 (8) ベースユニットから独立した遠隔操作システムの設計書を作成することができる。 (9) ナビゲーションや方向付けを含め、移動式ロボットの課題を解決する戦略を策定することができる。 (10) 適切な資材、部品、機器を選定することができる。 (11) 作業計画書を作成することができる。

製作と組み立て

- (1) 移動式ロボットの筐体を製作することができる。
- (2) 機械部を統合することができる。
- (3) 電子制御回路を統合することができる。
- (4) 機械、制御回路、センサ回路の取り付け、調整することができる。
- (5) ロボットの遠隔操作に必要な機器を取り付け、調整することができる。

プログラミング、試験および調整

- (1) 課題に対し解決アルゴリズムを検討し、プログラミング作業を行うことができる。
- (2) 過去のプログラム資産について、その中身を理解し、有効に活用できる。
- (3) 計算能力の制限を考慮したプログラムを記述できる。
- (4) 可読性と最適化のバランスを考慮したプログラムを記述できる。
- (5) ロボットの制御を戦略的に計画し、実装することができる。
- (6) センサを所定の場所に取り付け、適宜調整することができる。
- (7) カメラを所定の場所に取り付け、適宜調整することができる。
- (8) 所定のアプリケーションを実行し、十分に機能するかどうか試すことができる。
- (9) プログラム上の不具合を発見することができる。
- (10) 使用しているパソコンのメンテナンスをすることができる。

性能の点検と試運転

- (1) 以下の項目について自ら検査を実施することができる。
 - ① 外観検査
 - ② 基本動作検査
 - ③ 安全機能検査
- (2) 検査走行において、所定の動作を確実に実現することができる。
- (3) 課題内容に応じて、適切な性能検査項目を設定できる。

4. 競技の説明

表3 競技の説明

(1) チーム構成	1チームあたり2名の選手で構成される。
(2) 年齢制限	全ての選手は、大会開催年度において23歳以下でなければならない。
(3) 場所と 競技日程	主催者が指定した場所において、2日間の競技日程で行われる。
(4) 課題の定義	全般的に現行職種定義に準じており、技能五輪世界大会での技術要求および数値表記基準に準拠し、採点可能なものとする。 課題は、競技委員会によって作成される。参加選手によって作成された成果物は、競技委員によって評価、採点される。
(5) 課題の内容	① ロボットの簡易な改造及びプログラミングを行う。 ② 事前に示される参考課題をベースとした内容で行う。 ③ 大会当日まで、課題内容に関する問い合わせは受け付けない。
(6) 課題の評価	① 競技課題は、パフォーマンスで評価される。 ② 課題内容によって評価の優先度や比重が変化する。 ③ 課題によっては、時間制限や時間採点が採用される。
(7) 順位の決定	最終的な総合順位は、全ての競技課題で獲得した得点の合計に基づき決定される。
(8) 競技エリア	競技エリアは、ワークスペース（アリーナを含む）、競技委員会本部、集合エリアで構成される。 ① ワークスペースは、チーム専用作業スペースとして、課題の作成等（プログラミング、ロボットの簡易な改造、ロボットの検査）、各チームの完成課題のパフォーマンスに使用される。 ② ワークスペースは、約3.3 m×約6.5 mの範囲で、競技に使用する機材等は、ワークスペース内に置くことを基本とする。 ③ アリーナは、内寸約1.8 m×約3.6 mの範囲で、高さ100 mm程度の壁が4辺に設置される。 ④ 作業用机、椅子が設置され、電源提供用タップが準備される。 ⑤ 各チームのワークスペースの割り当ては、競技委員によって決定される。 ⑥ パソコンを2台まで使用してもよい。 ⑦ 競技委員会本部等の設置場所は、競技委員会が任意で設定する。 ⑧ 集合エリアには、必要に応じて椅子およびホワイトボードが設置される。集合エリアで課題の説明がおこなわれる。

(9) 参加チームが準備するもの	① 競技に使用するロボト一式 ② ロボット本体を床面から浮かせて置くことのできる台座 ③ センサ、バッテリーなどの予備交換部品 ④ プログラミング用パソコン ⑤ ロボットへプログラムを書き込む装置、ケーブルなど ⑥ USB メモリ（チーム内データ移動用記憶媒体） ⑦ USB や LAN ケーブル（ロボットとパソコンを接続し、プログラムを書き込むために使用する。長さ、規格、数量に制限はない） ⑧ HUB（必要であれば。仕様や数量に制限はない） ⑨ ワークスペース内で使用する、動作確認用の機材（ジグや木材など） ⑩ ロボットの分解、組立、調整ができる工具（一般的な工具を用いる。持ち込み工具の制限は無い） ⑪ オリジナル・ロボットで参加するチームは、マスターコントローラに myRIO、プログラムには LabVIEW を使用すること。 ⑫ Robotino2・3 で参加するチームは、マスターコントローラに搭載のコントローラ、プログラムには RobotinoView2.8.4 もしくは View3.0.16 以上を使用すること。 ⑬ サンプルプログラム、電子データを含むマニュアル、テキスト、ノート、資料等 ⑭ 筆記用具および文房具等 ⑮ 競技委員が別途、指示したもの
(10)主催者が用意するもの	① ワークスペース（アリーナを含む）の設備 ② 競技委員が別途、指示したもの
(11)競技エリアに持ち込めないもの	① 「(9)参加チームが準備するもの」以外で、直接競技に関係がないもの（例、スマートフォン、タブレット 等） ② 機器持ち込み時、競技委員がチェックを実施する。不具合が確認された場合、競技委員の指示に従ってすみやかに是正しなければならない。 ③ 主査が不適切と判断したもの
(12) 競技中のトラブル対応	① 機器のトラブル (a) 競技中に参加チームが持ち込んだ機器、部品で故障等が発生した場合は、基本的に選手の責任で対応すること。 (b) 選手は、機器のトラブルなどで競技の実行が不可能であると判断した場合、競技員にその旨を報告し、対処についての指示を仰ぐこと。 (c) 上記(b)について競技委員が判断できない場合は競技主査が判断する。 (d) 如何なる場合においても時間計測は停止せずその時点（不具合等の発生した時間、復帰した時間）を競技委員等は記録する。 不具合責任の所在は競技主査が判断する。

	② 選手が負傷した時 (a) 競技委員等は、選手が怪我をした場合、競技時間内であっても2名とも作業を停止させ手当を行う。但し、他チームの原因で発生した場合は競技主査の判断で対応する。
(13) ルール違反事項	① 選手は同一のルール違反2回目の注意で、その課題の配点はゼロとする。 ② 課題説明受け、課題資料を受けた選手および所属先の指導者等の協力員は、競技開始まで関係者との接触を一切禁止する。
(14) 課題ルール	① 競技中、選手はいかなる場合においてもチームの選手以外の者からのアドバイスや助力を受けることはできない。 ② 競技中にワークスペースから離れる場合、競技委員等へ理由を告げ許可を受けなければならない。 ③ 同一チームの選手は、同時にトイレに行けない。 ④ 選手は、競技中に不適切な言動を行ってはならない。 (例、他のチームの偵察や声かけなどの競技の妨害) ⑤ 選手は、安全に配慮し作業を行わなければならない。 ⑥ 競技委員等は、選手、観客の安全を確保しなければならない。 ⑦ ワークスペースには、許可を受けた者以外は立ち入ることができない。 ⑧ 観客は、競技の妨げになるような言動を行ってはならない。

5. 競技に使用するロボット

競技で使用するロボットは、2015 年に行われた技能五輪国際大会のルールをもとに仕様を決めた「オリジナル・ロボット」とFESTO 社製「Robotino2・3」である。

5.1. ロボットの構成

図 1 に参加可能なロボットの構成を示す。ロボットの仕様は構成図に示す要素ごとに規定される。

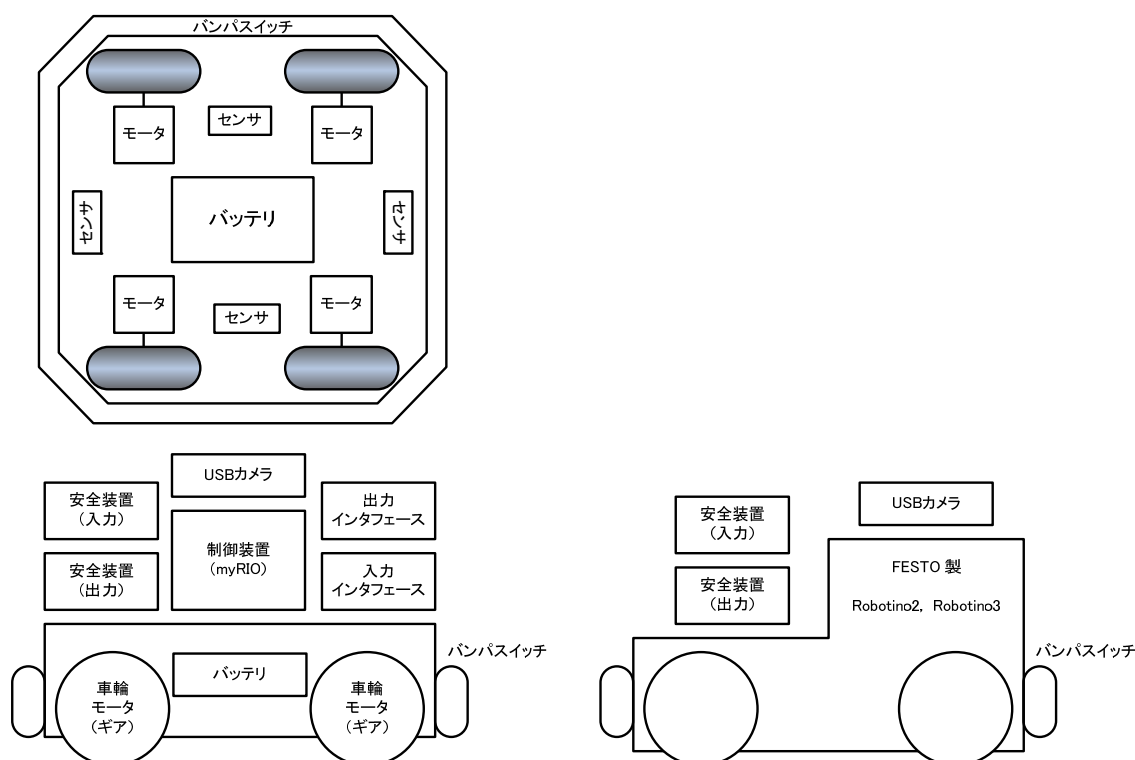
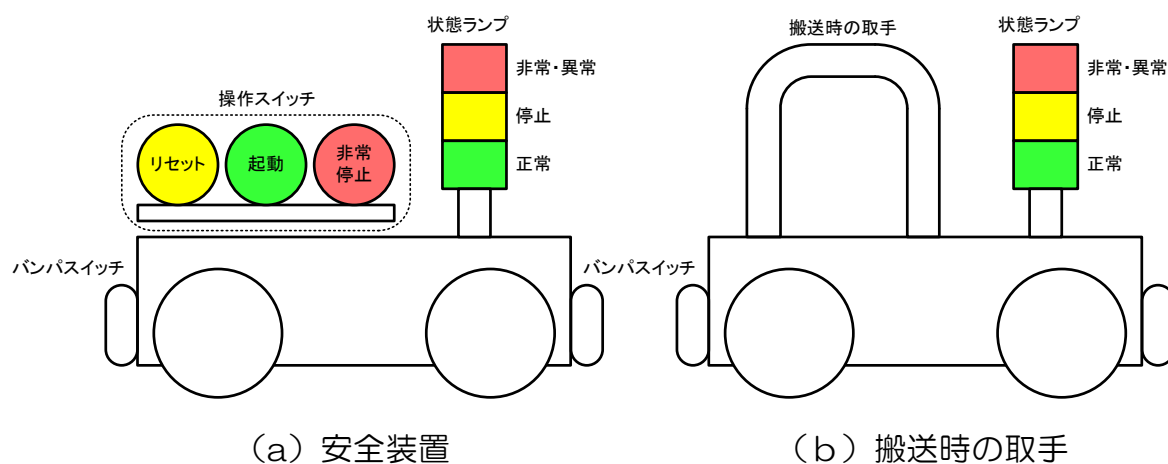


図 1 参加可能なロボットの構成

図 2 に安全機能装置、搬送時の取手について示す。



（a）安全装置

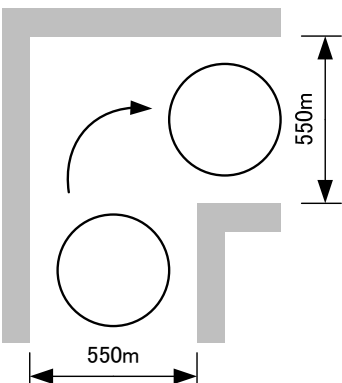
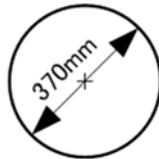
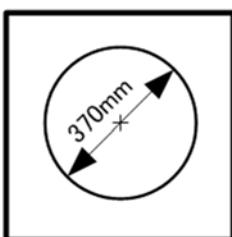
（b）搬送時の取手

図 2 競技に使用するロボットの構成図

5.2. ロボットの仕様

表4-1 にオリジナル・ロボットの仕様を示す。

表4-1 オリジナルロボットの仕様

(1) ロボットの 大きさ	① 最大：550 mm のクランク状の通路を走行可能な大きさ。  ② 最小：直径 370 mm の円よりも大きいこと。直径 370 mm 以下の大きさのロボットは認めない。  
(2) ロボットの重量	制限は設けない。 ただし、重量 15 kg を超えるロボットは1人での搬送は不可。
(3) ロボットの速度	① 使用しているモータ駆動電源の電圧、モータの無負荷回転数、ギヤ比、車輪直径からロボットの車速を計算し、1200 mm/s 以下であること。 ② ステッピングモータの場合は、自起動周波数からモータの回転数、ギヤ比、車輪直径から同様の計算をおこなう。
(4) 装備しておく 機能	ロボットを安全に持ち上げられる場所に、搬送に耐えうる強度を持った専用の取手を取り付けておくこと。
(5) 制御装置	① マスターコントローラには、National Instruments 社製、myRIO を使用すること。 ② 付加装置の制御装置が必要となる場合、追加する制御装置はスレーブコントローラとして使用すること。制御装置を追加する場合には、「使用目的、マスターコントローラとの接続図」を記載した書類を提出する。

(6) プログラム言語	LabVIEW
(7) モータ駆動部	制限はない。 リレー、トランジスタ、FET、ドライブ IC などが使用出来ると考えられる。
(8) モータ	① 制限はない。 ステッピングモータ、DC モータ、ブラシレス DC モータなどが使用できる。 ② 前回の国際大会において日本代表選手は、12 V、DC コアレスモータ、17 W、非負荷時速度 8,100 min⁻¹、ギヤ比 64:1 を使用した。
(9) 車輪	制限はない。 一般的な車輪、オムニホイール、メカナムホイール、クローラなどが使用できる。
(10) センサ	必ず必要とされるセンサは以下の5種類である。 ① 測距センサ (a) ロボットと周辺にある障害物などとの間の距離を測定する。 (b) 個数に制限はない。 (c) 光学式のものに限る。超音波などは近くのロボットへ影響を及ぼす可能性があるため不可とする。 ② 反射型光センサ (a) 床のラインなどを読み取るために使用する。 (b) 個数に制限はない。 (c) 過去の課題等を参考に配置を検討し搭載する。 ③ バンプスイッチ (a) ロボットに搭載されているバンパ機能から障害物とロボットの接触を検知するために使用する。 (b) 感圧ゴムセンサ、バンパとメカニカルなスイッチなど、障害物との接触を検出する方法を検討し搭載する。 ④ USB カメラ (a) 搬送物の色や位置、色による指示、コード状の画像などからの指示を認識するために使用する。 (b) 過去の課題等を参考に、画像処理に必要な技能・技術を学習しておくことが望ましい。 ⑤ ロータリエンコーダ (a) モータもしくはロボットの駆動部に接続されたロータリエンコーダからの信号を用い、ロボットの速度や位置を制御する

	ために使用する。 上記以外に、ジャイロセンサ、加速度センサ、方位センサなどを搭載しても構わない。
(11) 入力 インタフェース回路	使用可能な部品に制限は設けない。(距離センサ、光センサ、バンパスイッチ、ロータリエンコーダの処理回路などを、入力インタフェース回路と称する)
(12) バッテリ	① ロボットに搭載する電源は、定格で最大 24 V とする。 ② 充電時に 24 V を超えてもよい。 ③ ロボットの転倒、搬送などを考慮したバッテリーを選ぶこと。特に、ロボットの空輸時などを考慮してバッテリーを選択しておくことが望ましい。
(13) 電源関係	適切な位置にヒューズが挿入されていること。
(14) プリント 配線板	① ユニバーサル基板、エッチング基板、基板加工機などを用い、製作する。 ② ロボットに搭載する際には、ケースなどに収納し外部からねじや異物が混入した場合であっても、正常に動作する構造が必要である。
(15) グリッパ	① ワークを搬送するために使用する。 ② 事前に公開される課題で必要とされるグリッパを準備すること。 ③ グリッパは市販品を用いても良い。製作する場合、その材料、形状、機能などは特に指定しない。 ④ 課題内容に応じて、グリッパを取り付けたり、取り外したりできるようにする。 ⑤ ロボットに取り付けたグリッパは、<u>ロボットの一部分として扱われる</u>。

表4-2 に Robotino2・3 の仕様を示す。

表4-2 Robotino2・3 の仕様

(1) ロボットの 基本構成	無改造とする。
(2) 制御装置	① 搭載されているコントローラを無改造で使用する。 ② 付加装置の制御装置が必要となる場合、追加する制御装置はスレーブコントローラとして使用する。制御装置を追加する場合には、「使用目的、マスターコントローラとの接続図」を記載した書類を提出する。
(3) プログラム言語	RobotinoView2.8.4 もしくは View3.0.16 以上
(4) グリッパ	⑥ ワークを搬送するために使用する。 ⑦ 課題で必要とされるグリッパを準備すること。 ⑧ グリッパは市販品を用いても良い。製作する場合、その材料、形状、機能などは特に指定しない。 ⑨ 課題内容に応じて、グリッパを取り付けたり、取り外したりできるようにする。 ④ ロボットに取り付けたグリッパは、<u>ロボットの一部として扱われる</u>。

6. 競技に使用される器具の仕様

6.1. 障害物

図3にアリーナ中に設置される障害物となる木材の大きさを示す。競技では、9種類の木材を、必要な長さに切断したものが使用される（長さ方向の寸法は未記入）。

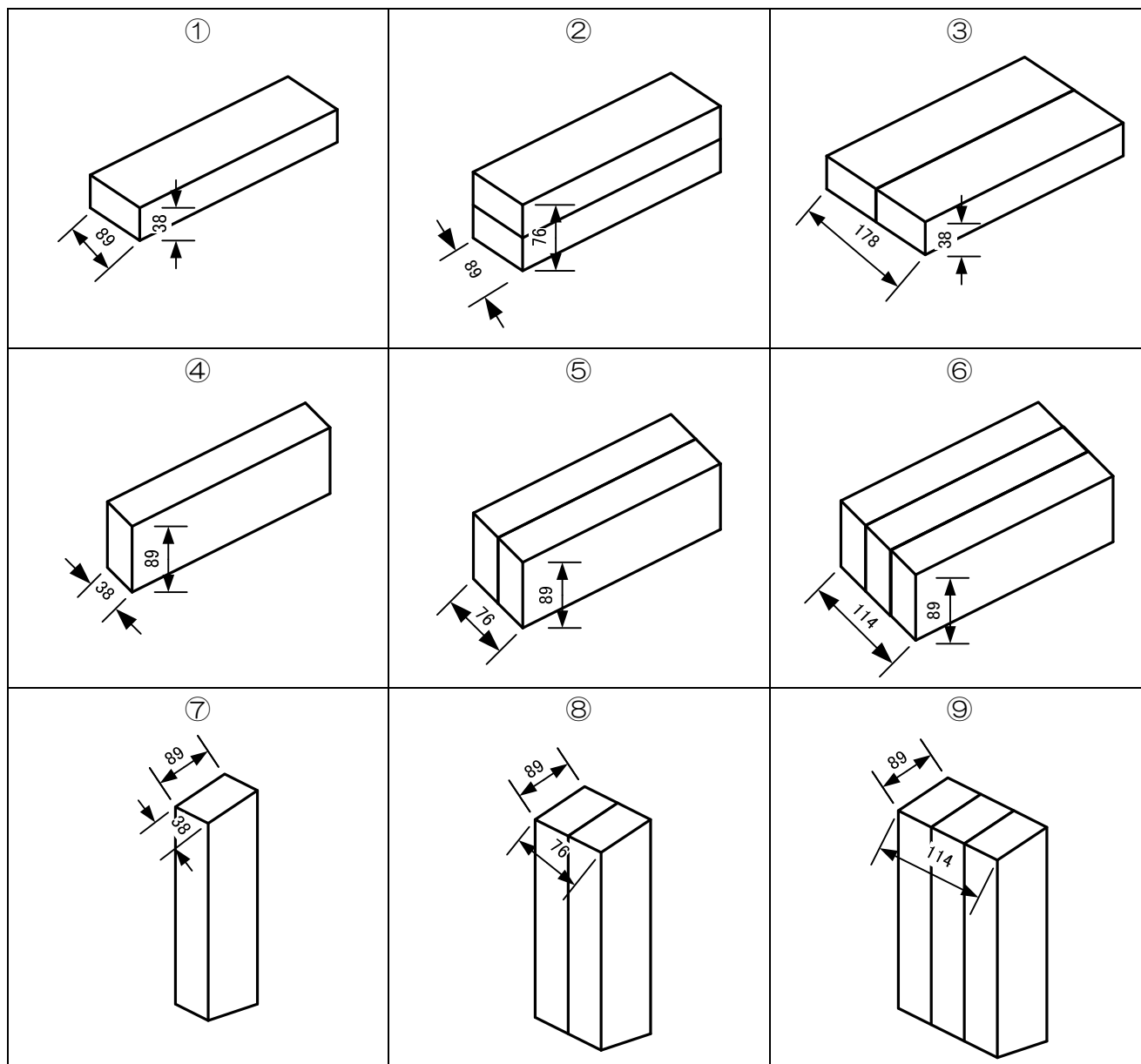


図3 使用する障害物となる木材の大きさ（単位：mm）

6.2. その他

その他、競技で使用する器具等については、大会当日に公開する。

7. 競技内容

表 5 に競技内容を示す。ここで示した検査、課題について採点が行われ、総合得点を元に最終的な評価、順位が決定される。

表 5 競技内容

検査・審査項目	内容
(1) 技術情報書類の審査	主要部品のデータシート、安全対策装置に使用した部品のデータシート、組立図・部品図など、提出された関係書類を評価する。
(2) 外観検査	ルールブックで示された内容に従い、外観検査することにより評価する。
(3) 基本動作検査	ルールブックで示された内容に従い、ロボットの基本動作の正確さを評価する。 ※必要に応じて検査を実施する。
(4) 安全機能検査	事前に公開されている安全機能検査を行いその動作を評価する。
(5) 競技課題	指示された課題に取り組み、その完成度により評価する。

7.1. 技術情報書類の審査

ロボットを設計・製作するには、機械や電子など様々な部品を用いる。既製部品・自作部品を問わず、使用している部品の技術情報を収集・整理することは重要である。技術情報書類の審査においては、表6に示す技術情報の資料と書類を準備し提出する。提出された書類が、ロボットの設計・製作、プログラミング・課題解決に必要な資料として準備されているかを審査する。提出される資料は、A4サイズを基本とする。

表6 提出する技術情報資料

審査 番号	内容	オリジナル ロボット	Robotino 2・3
1-1	① ロボットの全体の組立て図 ② ロボット本体を構成する部品図。ねじなどを除く主要部品のみでよい。	提出	なし
1-2	① 出力インタフェース部のモータ駆動部の回路図 ② 使用した主要部品のデータシート	提出	なし
1-3	モータのデータシート	提出	なし
1-4	① 車輪の部品図（外形形状でよい） ② モータ出力軸との接続部の部品図	提出	なし
1-5	センサのデータシート	提出	なし
1-6	① センサと制御装置とのインタフェース回路図 ② 使用した主要部品のデータシート	提出	なし
1-7	バッテリー（電池）のデータシート 可能であれば、バッテリー（電池）の製品安全データシート（PSDS）もしくは、化学物質安全シート（MSDS）も提出すること。	提出	提出
1-8	① 使用しているモータが DC モータの場合、駆動電源の電圧、モータの無負荷回転数、ギヤ比、車輪直径から求めた、ロボットの車速を計算したもの。 ② ステッピングモータの場合、自起動周波から求めた、ロボットの車速を計算したもの。	提出	提出

7.2. 外観検査

競技に使用するすべてのロボットに対し、機械的要素、電子的要素を問わず、正しい加工や組立が行われているかを検査する。また、ロボットが、安定に動作するためには、その点検整備が欠かせない。表7、表8に示す外観検査の項目について示す。方法について以下の点に注意すること。

【審査時の注意点】

- (1) 審査員はロボットに触れない。
- (2) 選手は審査員の指示に従い、検査の項目について、証明する義務がある。
- (3) 検査時に生じた破損、故障などについての責任は選手にある。

表7 外観検査(機械要素)

審査番号	内容
2-1	通常運用時、ねじれ、ひずみは機能上障害が発生しないよう最小限とすること。
2-2	障害物との衝突時、機能障害が発生しないよう堅ろうな構造であること。
2-3	ロボットを構成する材料の加工について、端面の処理などが丁寧に行われていること。
2-4	本体の外表面は作業上必要な部分を除き、鋭い角、突起などの危険部分がないこと。
2-5	部品などの締結がきちんとなされており、緩み、不安定な取り付けなどがないこと。
2-6	外観の仕上がり

表8 外観検査(電気要素)

審査番号	内容
2-7	機械的応力（振動、衝撃、可動部の圧縮等）を考慮した適切な配線構造であること。
2-8	使用機器に合わせ適切な配線およびヒューズが使用されていること。
2-9	すべての配線は、車体にケーブル・バインダー等で固定されていること。
2-10	配線が金属部に接触している箇所には保護処置をしていること。
2-11	使用している配線の色は、少なくとも、電源、グランド、信号線の3種類以上を区別できるように工夫されていること。
2-12	接続部に、配線に対する負荷を配慮していること（小さいループを接続部の前に作るなど）。
2-13	適切なはんだ付けがされていること。
2-14	外観の仕上がり丁寧であること。

7.3. 基本動作検査

本ロボット競技で使用している移動ロボットの走行機能の精度について審査する。表9に基本動作検査の準備を示す。選手は事前に基本動作検査で使用するプログラムを作成しておくこと。競技時間内ではプログラムを作成する時間、動作を確認する時間を設けない。

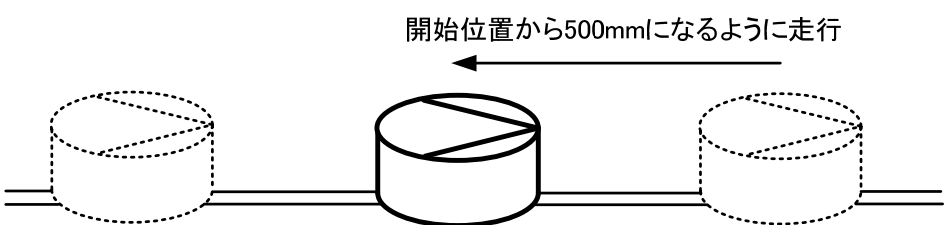
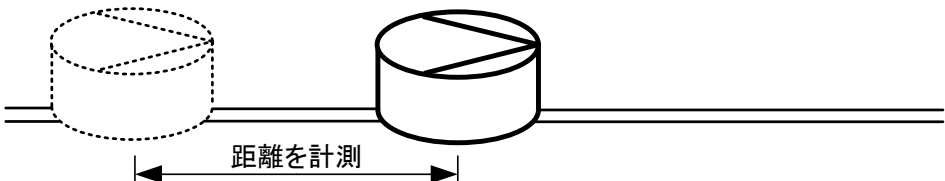
表9 基本動作検査の準備

審査 番号	内容
	● 配布されたビニルテープを、1.5 m 程度アリーナに貼りつける。 ● 必要であれば、センサの感度調整などを行う。

7.3.1. 走行距離制御の検査

ロボットが指定された方向、指定された距離を走行し、その精度を表10の手順に従って検査する。表10に走行距離制御検査の手順を示す。

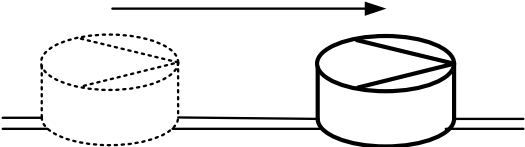
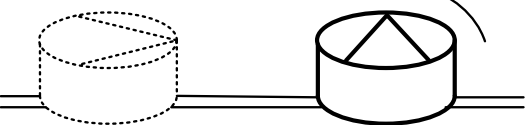
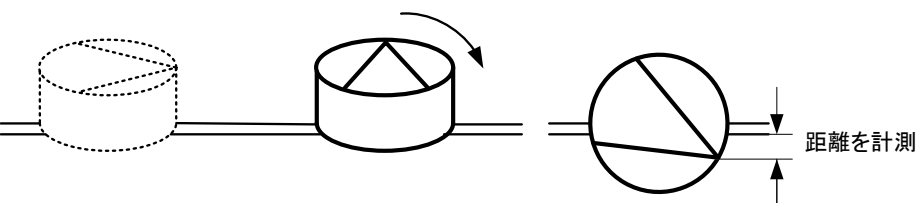
表10 走行距離制御の検査手順

審査 番号	内容
3-1	走行時の距離制御の評価 ① 審査員の開始の合図により、ライン上を 1000 mm 進み停止する。 (停止する時間は、3 ± 1 s とする。) 開始位置から1000mm以上走行  ② ライン上を 500 mm 戻り停止する。 (審査終わりの合図があるまで停止した状態を維持する) 開始位置から500mmになるように走行  ③ 審査員にロボットの位置を計測してもらう。 

7.3.2. 走行回転角度制御の検査

ロボットに指定された角度だけ直進・旋回させ、その回転角度の精度を表11の手順に従って検査する。

表11 走行回転角度制御の検査手順

審査 番号	内容
3-2	走行時の方向制御の評価 ① 審査員の開始の合図によりライン上を 500 mm 以上進み停止する。 (停止する時間は、3 ± 1 s とする。) 開始位置から500mm以上走行  ② 90 度左(CCW)に回転し停止する。(停止する時間は、3 ± 1 s とする) CCW方向に90度回転  ③ 90 度右(CW)に回転し停止する。 (審査終わりの合図があるまで停止した状態を維持する) ④ 停止した位置を審査員に計測してもらう。 CW方向に90度回転 

7.4. 安全機能検査

安全機能検査は、競技に使用するロボットに安全機能装置が搭載されており、仕様通りの動作をするのかを検査する。選手は、検査に使用するプログラム「安全機能検査審査用プログラム」も事前に 1つのプログラム として作成する。「安全機能検査審査用プログラム」は、「安全対策を含んだプログラムであり、20 秒間車輪が回転し、停止する」というプログラムである。

安全機能検査は、ロボットを台座の上に載せた状態で行う。

7.4.1. 安全機能装置搭載の検査

ロボットに搭載されている安全機能装置の有無は、表 12 の内容に従って検査する。選手は審査員の指示に従い搭載されている安全機能装置を示し、審査に協力しなくてはならない。

表 12 安全機能装置の検査内容

審査 番号	検査手順
4-1	「電源」「非常停止」「起動」「リセット」スイッチが搭載されていること。 ● 電源：ロボットシステム起動。電源スイッチ。 ● 非常停止：危険な状態、非常時に操作。動力への電力供給スイッチ。 ● 起動：ロボット動作開始スイッチ ● リセット：異常信号解除スイッチ
4-2	非常停止スイッチは「ラッチング機構」を搭載していること。
4-3	非常停止スイッチは「ブレーク接点(NC 接点)」を用いていること。
4-4	すべてのスイッチは、操作しやすく、目に付きやすい箇所に、堅ろうに取り付けられていること。
4-5	「非常時・異常時」を示す「赤色」、「停止時」を示す「黄色」、「正常時」を示す「緑（青）色」のランプが搭載されていること。 LED を用いた自作されたランプでも良い。 ● 赤色：危険状態、非常時、異常時に点灯 ● 緑（青）色：ロボット動作中(正常動作時)、正常状態または待機停止に点灯 ● 黄色：ロボット起動前の停止時に点灯、異常ではないがオペレータの操作が必要
4-6	すべてのランプは目に付きやすい箇所に、堅ろうに取り付けられていること。

7.4.2. 起動時の検査

安全機能装置を使用し、ロボットの電源の投入時の動作を表13の手順に従って検査する。電源投入時にモータが回転してしまうなど、不用意な動作が起きないように、工夫しておく必要がある。

表 13 起動時の検査手順

審査 番号	検査手順
4-7	① 非常停止スイッチを押す。 ② 審査員の指示で電源スイッチを ON にする。 ③ 赤色ランプが点灯する。 ④ 審査員の指示で非常停止スイッチを解除する。 ⑤ 審査員の指示でリセットスイッチを押す。 ⑥ 赤色ランプが消灯する。 ⑦ 黄色ランプが点灯する。

7.4.3. ロボットの動作起動と正常な停止の検査

電源を投入し安全機能検査審査用プログラムが動作し、正常に終了するまでのシーケンスが指定されたものであるかを表14の手順に従って検査する。

表 14 ロボットの動作起動と正常な停止検査の手順

審査 番号	検査手順
4-8	① 起動時の検査の①～⑦を実行する。 ② 審査員の指示で「安全機能検査審査用プログラム」を実行する。 ③ 審査員の指示で起動スイッチを押す。 ④ 黄色ランプが消灯する。 ⑤ 緑色ランプが点灯する。 ⑥ ロボットの動作が開始する。車輪が 20 秒間、回転する。 ⑦ ロボットの動作が終了する。 ⑧ 緑色ランプが消灯する。 ⑨ 黄色ランプが点灯する。 ⑩ プログラムを終了する。

7.4.4. ロボットの動作起動と非常停止の検査

電源を投入し安全機能検査審査用プログラムが動作している時に、非常停止スイッチを押した場合の対処が、指定されたシーケンス通りに行われているかを検査する。

表 15 動作の起動と非常停止検査の手順

審査 番号	検査手順
4-9	① 起動時の検査の①～⑦を実行する。 ② 審査員の指示で「安全機能検査審査用プログラム」を実行する。 ③ 審査員の指示で起動スイッチを押す。 ④ 黄色ランプが消灯する。 ⑤ 緑色ランプが点灯する。 ⑥ ロボット動作が開始する。(約5秒) ⑦ 約5秒経過後、審査員の指示で非常停止スイッチを押す。 ⑧ ロボットの動作が停止する。 ⑨ 緑色ランプが消灯する。 ⑩ 赤色ランプが点灯する。 ⑪ 審査委員の指示で非常停止スイッチを解除する。 ⑫ 審査員の指示でリセットスイッチを押す。 ⑬ 赤色ランプが消灯する。 ⑭ 黄色ランプが点灯する。 ⑮ 審査員の指示で起動スイッチを押す ⑯ 黄色ランプが消灯する。 ⑰ 緑色ランプが点灯する。 ⑱ ロボットの動作が開始する。 ⑲ ロボットの動作が終了する。 ⑳ 緑色ランプが消灯する。 ㉑ 黄色ランプが点灯する。 ㉒ プログラムを終了する。

7.4.5. ロボットの動作起動とバンパスイッチ反応時の検査

電源を投入し安全機能検査審査用プログラムが動作している時に、バンパスイッチに反応があった場合の対処が、指定されたシーケンス通りに行われているかを検査する。

表16 動作の起動とバンパスイッチ反応時検査の手順

審査 番号	検査手順
4-10	① 起動時の検査の①～⑦を実行する。 ② 審査員の指示で「安全機能検査審査用プログラム」を実行する。 ③ 審査員の指示で起動スイッチを押す。 ④ 黄色ランプが消灯する。 ⑤ 緑色ランプが点灯する。 ⑥ ロボットの動作が開始する。 ⑦ 約5秒経過後、審査員の指示でバンパで物体を検出する。 ⑧ ロボットの動作が停止する ⑨ 緑色ランプが消灯する。 ⑩ 赤色ランプが点灯する。 ⑪ 審査員の指示でリセットスイッチを押す。 ⑫ 赤色ランプが消灯する。 ⑬ 黄色ランプが点灯する。 ⑭ 審査員の指示で起動スイッチを押す ⑮ 黄色ランプが消灯する。 ⑯ 緑色ランプが点灯する。 ⑰ ロボットの動作が開始する。 ⑱ ロボットの動作が終了する。 ⑲ 緑色ランプが消灯する。 ⑳ 黄色ランプが点灯する。 ㉑ プログラムを終了する。

7.5. 競技課題

課題の説明、課題作業を行った後、評価のためパフォーマンスを行う。

表 17 競技課題

(1) 競技課題の構成	① 提示された課題について、ロボットの簡易な改造、プログラミングをおこない、その結果を評価する。 ② 課題説明、課題作業、パフォーマンスにより構成される。
(2) 課題の説明	① 課題の説明を行う。 ② 説明後、選手は質問することができる。
(3) 課題の作業	① 各課題は時間制限が設けられている。 ② 定められた時間内に終了し、評価を受けなければならない。 ③ プログラミングとロボット動作試験は、各チームのワークスペース（アリーナを含む）で行う。
(4) パフォーマンス	① パフォーマンスとは、選手がアリーナ内で行う各課題のロボットの実動作を示し、その内容で評価が行われる。機器の操作等は競技委員等によって指示される。 ② 課題で別途指示がない限り、時間内にパフォーマンスを基本的に3回まで実施できる。 ③ 1回目のパフォーマンスは、競技主査の合図とともに一斉に行う。 ④ 1回目および2回目のパフォーマンス終了後、機器調整、プログラム変更、テスト走行を行ってよい。 ⑤ 2回目および3回目のパフォーマンスは、選手の判断したタイミングで競技委員等に合図してから開始すること。 ⑥ 時間内にパフォーマンスを3回実施しなくてもよい。 ⑦ 時間制限終了時点で、パフォーマンス途中でであっても継続することなく、その場で打ち切り、パフォーマンスを終了とする。 ⑧ 時間内に3回のパフォーマンス終了したチームは待機する。 ⑨ アリーナでのパフォーマンスは選手によって行われ競技委員等が採点する。選手の行うことの出来るパフォーマンスの回数は各課題に明記される。
(5) 採点	① 採点は、アリーナでのパフォーマンス時に競技委員等によって行われる。 ② 採点は、ロボット等の動作確認を基準に行われる。 ③ 減点について、課題内で設定される。(以下、例) (a) ロボットが動作しない場合、配点はゼロ点になる。

	(b) ロボットがアリーナ壁等に接触した場合、課題で定められた減点を受ける。
(6) パフォーマンス中のトラブル	以下の場合、やり直しを認める。 ● パソコンのトラブル ● ロボットの制御装置のトラブル ● 復活しない通信トラブル ● 選手に起因しないトラブル ● その他、競技主査、競技委員で判断する。

パフォーマンスに対する共通ルール

- ① ロボットに付属するセンサとカメラ等を使用してもよい。
- ② ルールブック 7.4.1「安全機能装置搭載の検査」に規定されている機能を満たしている事。
- ③ 走行のスタートはロボットの起動スイッチにて行う。起動スイッチにて走行開始できない場合は、審査員に申し出て他の起動方法で行うが減点となる。
- ④ ロボット及び追加機器はアリーナの壁、障害物に接触してはならない。接触した場合には減点となる。接触した場合、ロボットを直ちに非常停止し、走行を中断しなくてはならない。また、接触時にロボットが非常停止しない場合、直ちに走行を中断する。接触により障害物などが動いた場合には、ロボット停止後、選手は障害物を元の位置に戻さなくてはならない。
- ⑤ 走行中ロボットの意図しない動き、または異常などに応じて選手が非常停止させることができる。この時、審査員へ宣言すること。走行を中断するときや非常停止を行うときは、非常停止スイッチを押してロボットを止めるものとする。それ以外の方法で止めたときには、減点となる。