

2023年
第18回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

※技能五輪全国大会を目指すオリジナルロボットのチームは、
「5.2 ロボットの仕様」を必ずご覧ください。

ロボットソフト組込み職種 競技委員会

目次

1. 競技内容変更の経緯	2
2. 競技中の安全対策について	3
3. ロボットソフト組込み職種定義	4
4. 競技の説明	6
5. 競技に使用するロボットについて	9
5.1. ロボットの構成	9
5.2. ロボットの仕様	10
6. 競技に使用される材料、ワークの仕様	13
6.1. 障害物	13
6.2. ワーク等	13
7. 競技内容	14
7.1. 技術資料の審査	14
7.2. 外観検査	15
7.3. 基本動作検査	16
7.3.1. 走行距離制御の検査	17
7.3.2. 走行回転角度制御の検査	18
7.4. 安全機能検査	19
7.4.1. 安全機能装置搭載の検査	19
7.4.2. 起動時の検査	20
7.4.3. ロボットの動作起動と正常な停止の検査	20
7.4.4. ロボットの動作起動と非常停止の検査	21
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	22
7.5. 専門知識課題	22
7.6. ロボットプログラミング課題	23
8. 付録	25

1. 競技内容変更の経緯

若年者ものづくり競技大会「ロボットソフト組込み職種」では、これまで技能五輪国際大会「移動式ロボット職種」で使用された市販の 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ロボットを設計・製作し競技が行われた。

若年者ものづくり競技大会から国際大会へのスムーズな対応、ロボット技術者の育成、ロボットに関する技術・技能の向上等を勘案し、FESTO 社製 Robotino およびオリジナルロボット共通の競技ルールを以下のように定めることとした。

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。選手ならびに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等の行為が発生する。常に、落下、負傷の危険性があるため、競技中の選手は、原則として常に安全靴を履く。 (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。
(5)	選手1人で持ち上げて良い重量（ロボット本体、機材等）は、15kgf 以下とする。 15kgf 以上の重量物を持ち上げる場合は常に2人以上で行う。
(6)	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)	ワークスペース（アリーナを含む）内において、 <u>走る、飛び越える等は行ってはならない。</u>
(9)	競技中に、車体に対する工作や加工（ヤスリ、ノコ、ドリル等）を行う場合、安全メガネを着用する。
(10)	競技中に、電子回路に関する、ハンダ、回路の修正、配線等の作業を行う場合、安全メガネを着用する。

3. ロボットソフト組込み職種定義

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、摘要または仕様書を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

(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) 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。
(3) 課題の定義	<p>全般的に現行職種定義に準じており、技能五輪国際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。</p> <p>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。</p>
(4) 課題の内容	<ul style="list-style-type: none"> ① ロボットの簡易な改造及びプログラミングを行う。 ② 課題は、事前に公開される。 ※課題の採点に関する質問は受け付けない。 ③ 課題によっては、競技当日に一部変更される。競技開始前に競技委員が、変更点を含め課題内容を説明する。 ④ 配付する器具（例 障害物の寸法）は原則、変更されない。ただし、調達上、寸法等が若干の異なる場合はある。
(5) 課題の評価	<ul style="list-style-type: none"> ① 競技課題は、パフォーマンスで評価される。 ② 課題内容によっては、評価の優先度や比重が変わる。 ③ 課題によっては、時間制限や時間採点が採用される。
(6) 順位の決定	最終的な総合順位は、成果物と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。
(7) 競技エリア	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 アリーナは、約 1.8m×約 2.7m の範囲内で、高さ 100mm 程度の壁が 4 辺に設置される。 課題作業中、2 チームが 1 つのアリーナを共有して使用する。1 チームのみがアリーナを使用する場合には使用時間を制限する。 ③ 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。 ④ 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。選手は競技開始までに競技エリアの環境を把握する。原則、割り当て後の変更は認めない。 ⑤ 競技用パソコンは 2 台までとする。 ⑥ 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。 ⑦ 集合エリアには、必要に応じて椅子、スクリーン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。

(8) 参加チームが準備するもの	<ul style="list-style-type: none"> ① 競技に使用するロボット一式 自作した「オリジナルロボット」、「Robotino」 ② ロボット本体を床面から浮かせて置くことができる台座 ③ センサ、バッテリ等の予備交換部品 ④ プログラミング用パソコン ※主催者側では準備をしない。 ⑤ ロボットへプログラムを書き込む装置、ケーブル等 ⑥ USBメモリ（チーム内データ移動用記憶媒体） ⑦ USBケーブルや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 OAタップ（必要であれば。仕様や数量に制限はない。） ⑨ HUB（必要であれば。仕様や数量に制限はない。） ⑩ 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 等） ⑪ 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ない。) ⑫ 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 ⑬ 筆記用具 ⑭ 競技委員が別途、指示したもの
(9) 主催者が用意するもの	<ul style="list-style-type: none"> 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
(10) 競技エリアに持ち込めないもの	<ul style="list-style-type: none"> ① 「(9)参加チームが準備するもの」で指定されていないもの。(例 ゲーム機) ② 携帯電話、スマートフォンを持ち込んでもよいが、競技中は使用してはならない。 ③ 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。 ④ 主査が不適切と判断したもの
(11) 競技ルール	<ul style="list-style-type: none"> ① 安全対策を講じなければならない。 ② 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。 ③ <u>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。</u> ④ 課題説明を受けた選手および所属先の指導者等の協力員は、<u>競技開始から終了まで関係者との接触を一切禁止する。</u> ⑤ 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。

- ⑥ 同一チームの選手は、同時にトイレに行ってはならない。
- ⑦ 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、声掛け等の競技妨害)
- ⑧ 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。
- ⑨ 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。
- ⑩ 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。

【競技中のトラブルについて】

- ① 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、選手の責任で対応しなければならない。
※故障した部品を交換する場合には、技術資料に記載されたもの、外観検査を受けたものを使用する。
- ② トラブルが生じた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。
不具合の責任の所在は競技主査が判断する。
- ③ 機器の標準仕様を満足しない選手は競技開始までに修正を行う。修正できない内容に関しては競技への参加ができないこともある。
- ④ 選手は、各課題のパフォーマンス中に途中停止等で動作が継続できない状態になっても、選手の判断でアリーナ内の機器に手を出してはならない。
- ⑤ 選手は、競技委員等の指示に従い操作を行う。
競技委員等が判断できない場合は競技主査が指示する。
- ⑥ 競技委員等は、課題の審査中に動作継続できない状態を確認した場合、競技主査に指示を仰ぐこと。
- ⑦ 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。

5. 競技に使用するロボットについて

競技で使用するロボットは、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「Robotino」による参加が認められる。

5.1. ロボットの構成

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

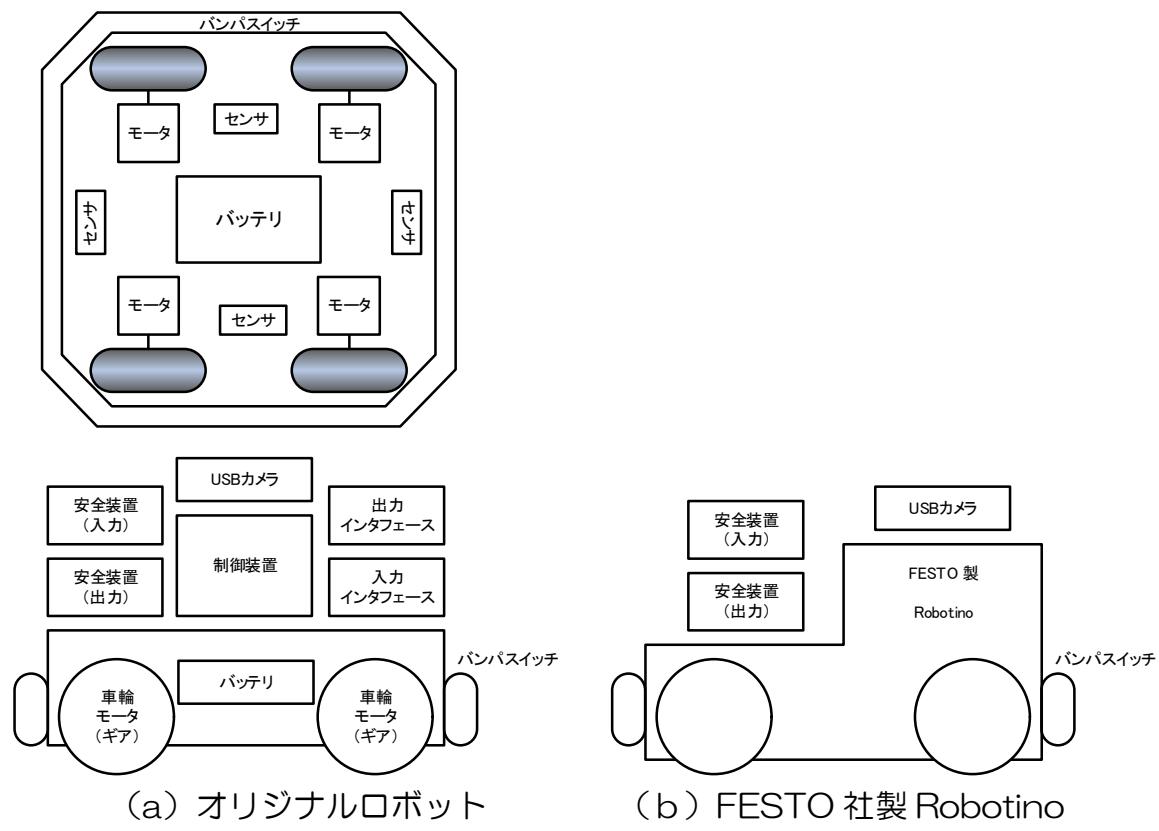


図 1 参加可能なロボットの構成 例

図2に安全機能装置、搬送時の取手について示す。

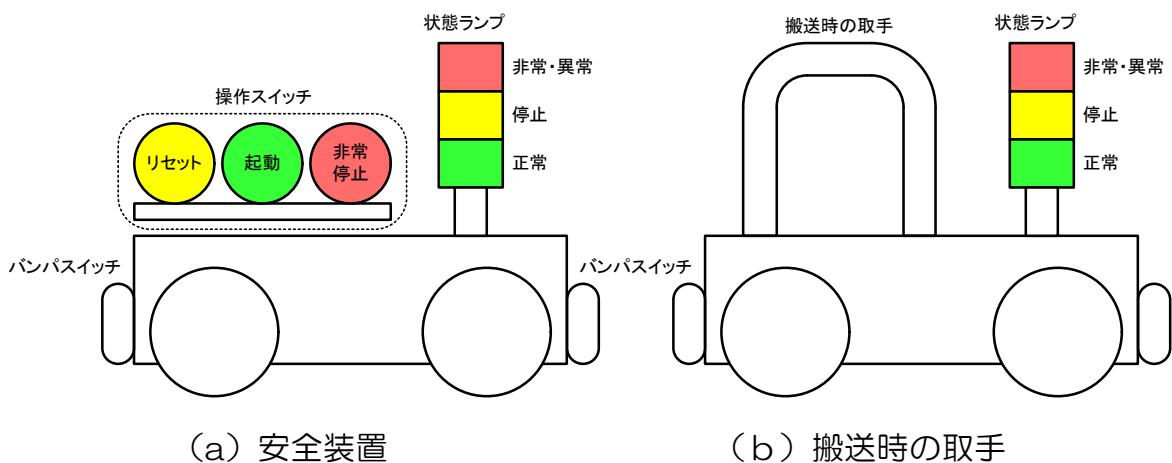


図 2 競技に使用するロボットの構成 例

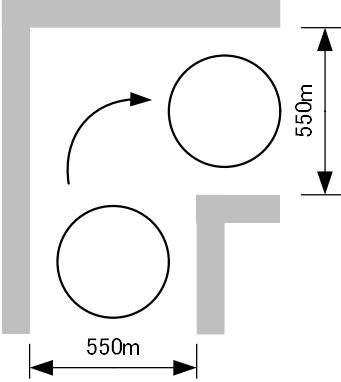
5.2. ロボットの仕様

表3にロボットの仕様を示す。

技能五輪全国大会を目指すオリジナルロボットのチームは、以下の点を踏まえてロボットを製作すること。

- ・ コントローラ（VMX Robotics Controller or myRIO）のみとする。
- ・ 技能五輪全国大会では、技能五輪五輪制限機器が未使用の場合は減点対象となる。
- ・ 3D プリンタでの部品の使用は推奨する。

表3 ロボットの仕様

(1) ロボットの大きさ	<p>① 機器収納時最大寸法：幅 550mm×奥行 550mm以下 ② 機器展開時最大寸法：幅 900mm×奥行 900mm以下 ③ 550mm のクランク状の通路を走行可能な大きさ。</p> 
(2) ロボットの重さ	制限は設けない。 ただし、重量 15kgf 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	制限は設けない。ただし、安全に走行できることが条件となる。
(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る。搬送しやすいように持ち手の太さ、素材に配慮することが望ましい。
(5) 制御装置	<p><u>技能五輪を目指すオリジナルロボットのチームは、メインとなるコントローラに VMX Robotics Controller もしくは myRIO 以外は使用してはいけない。</u></p> <p>※技術資料に、使用するコントローラならびに各機器との接続図を記載する。</p>
(6) プログラム言語	<p>① オリジナルロボットは、下記のプログラム言語を推奨する。 LabVIEW、C++、Java、Python、ROS</p> <p>② Robotino は、下記のプログラム言語を推奨する。</p>

	Robotino View、C/C++、Java、Net、LabVIEW、MATLAB/Simulink、ROS
(7) プログラムの実行とモニタリング	<p>① 入力されたプログラムに従って<u>自律的に</u>動作する。</p> <p>② 無線 LAN を推奨する。ただし、通信環境が悪い場合には有線 LANを使用してもよい。</p>
(8) モータ駆動部	<p>制限はない。</p> <p>リレー、トランジスタ、FET、ドライブ IC 等が使用できる。</p>
(9) モータ	<p>制限はない。</p> <p>ステッピングモータ、DC モータ、ブラシレス DC モータ等が使用できる。</p>
(10) 車輪	<p>制限はない。</p> <p>一般的な車輪、オムニホイール、メカナムホイール、クローラ等が使用できる。</p>
(11) センサ	<p>必ず必要とされるセンサは以下の5種類である。各センサは使用環境を鑑みて選定する。</p> <p>① 測距センサ</p> <p>(a) ロボットと周辺にある障害物等との間の距離を測定する。</p> <p>(b) 個数に制限はない。</p> <p>② 反射型光センサ</p> <p>(a) 床のライン等を読み取るために使用する。</p> <p>(b) 個数に制限はない。</p> <p>(c) 過去の課題等を参考に配置を検討し搭載する。</p> <p>③ バンパスイッチ</p> <p>(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。</p> <p>(b) 感圧ゴムセンサ、バンパとメカニカルなスイッチ等、障害物との接触を検出する方法を検討し搭載する。</p> <p>④ USB カメラ</p> <p>(a) 搬送物の色や位置、色による指示、コード状の画像等からの指示を認識するために使用する。</p> <p>(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。</p> <p>⑤ ロータリエンコーダ</p> <p>(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。</p> <p>上記以外に、ジャイロセンサ、加速度センサ、方位センサ等を搭載</p>

	しても良いが、競技課題で使用する保証はない。
(12) 入力インターフェース回路	制限はない。 測距センサ、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、通信機能を搭載したセンサモジュール等が使用できる。
(13) バッテリ	① ロボットに搭載する電源は、定格で最大 24V とする。 ② 充電時に 24V を超えてよい。 ③ ロボットの転倒、搬送等を考慮したバッテリを選ぶ。 特に、ロボットの空輸時等を考慮してバッテリを選択することが望ましい。
(14) 電源関係	適切な位置に <u>ヒューズ</u> を挿入する。
(15) プリント配線板	① ユニバーサル基板、エッチング基板、基板加工機等を用い、製作する。 ② ロボットに搭載する際には、ケース等に収納し外部からネジや異物が混入した場合であっても、正常に動作する構造とする。
(16) グリッパ (アーム)	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（アーム）を準備する。 ③ グリッパ（アーム）は市販品を用いても良い。製作する場合、その材料、形状、機能等は特に指定しない。 ④ 課題内容に応じて、グリッパ（アーム）を取り付けたり、取り外したりできるようにする。 ⑤ 課題内容に応じてグリッパ（アーム）を変更する場合には、 <u>事前に外観検査を受ける</u> 。 ⑥ ロボットに取り付けたグリッパ（アーム）は、 <u>ロボットの一部として扱われる</u> 。

6. 競技に使用される材料、ワークの仕様

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）。

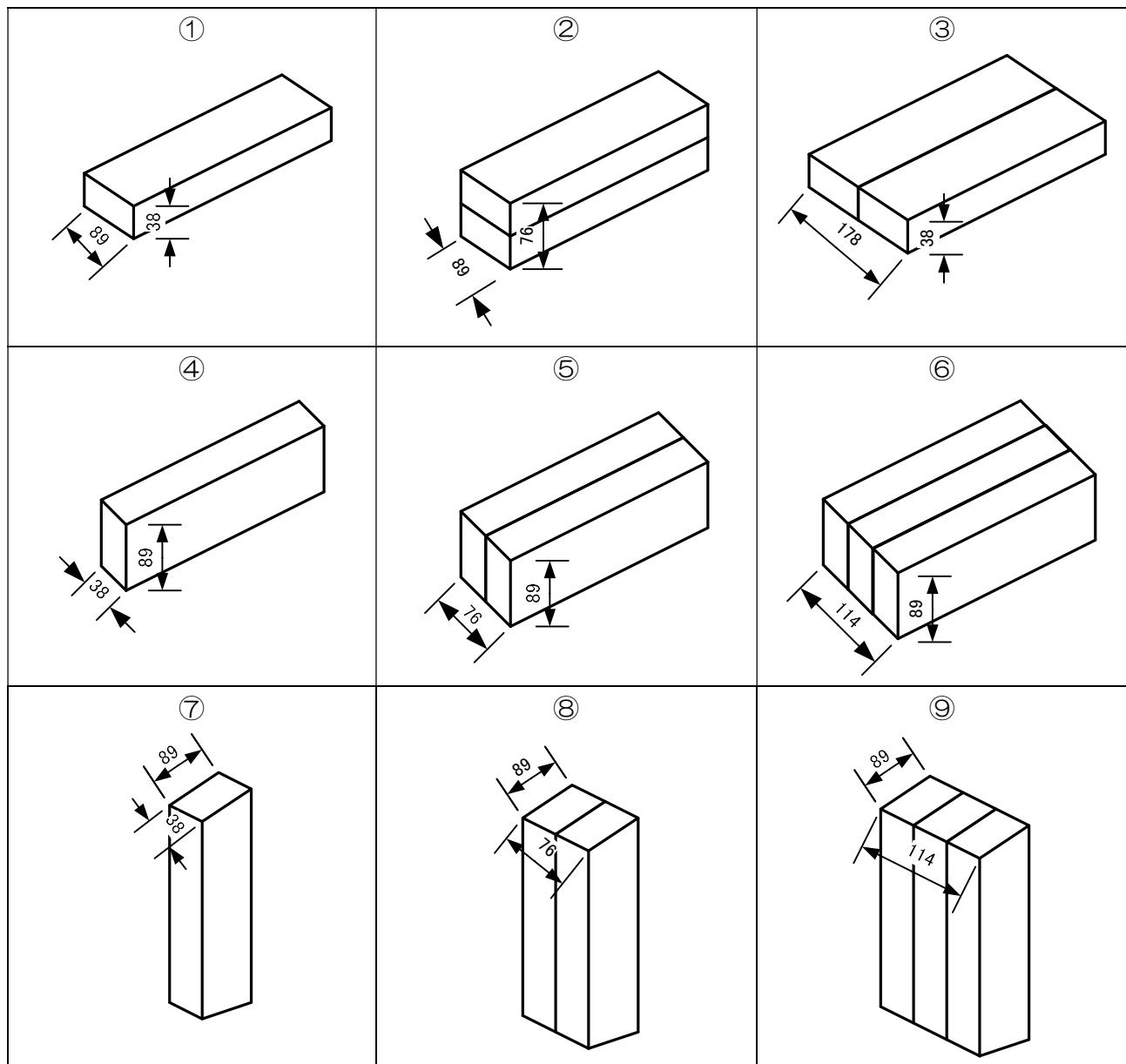


図3 使用する障害物となる木材の大きさ（単位：mm）

6.2. ワーク等

競技で使用するワーク等については、事前公開する器具・備品に示す。

7. 競技内容

表4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4 競技内容

検査・審査項目	内容
(1) 技術資料の審査	ロボットの外観図、主要機器の配置図と部品表、制御システムブロック図、電源配線図、ソフトウェア構造図等、提出された関係書類を評価する。
(2) 外観検査	事前に公開されている指定された個所を外観検査することにより評価する。
(3) 基本動作検査	事前に公開されているロボットの基本動作により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) 専門知識課題	ロボットに関連する専門知識問題により評価する。
(6) 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. 技術資料の審査

ロボットを設計・製作するには、機械や電子等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。技術資料の審査においては、記憶媒体（USBメモリ等）でPDFデータ（A4サイズを基本、ページ数は問わない）を外観検査時に提出する。提出書類が、ロボットの設計・製作・プログラミングに必要な資料として準備されているか、読みやすく見栄えの良い資料であるか、を審査する。審査後に技術資料は全チームにデータとして配布する。

表5 提出する技術資料の内容

審査番号	内容
1-1	外観
1-2	主要機器の配置図と部品表
1-3	制御システムブロック図
1-4	電源配線図
1-5	ソフトウェア構造図

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、点検整備が欠かせない。表6、表7の項目を検査する。方法について以下の点に注意する。

【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、故障等についての責任は選手にある。

Robotinoによる選手については、

- 機械要素の検査は「適切な整備が行われているか」という観点から審査を行う。
- 電気要素の検査は「追加搭載の必要がある安全機能装置」の部分について審査を行う。

表6 機械要素外観検査の項目

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。
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。
2-3	ロボットを構成する材料の加工について、端面の処理等が丁寧に行われている。
2-4	本体の外面は作業上必要な部分を除き、鋭い角、突起等の危険部分がない。
2-5	部品等の締結がきちんとなされており、緩み、不安定な取り付け等がない。
2-6	外観の仕上がりが丁寧である。

表7 電気要素外観検査の項目

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。
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。
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。
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。
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。
2-12	ラベル等で接続先を明示する。
2-13	接続部に、配線に対する負荷を配慮している（小さいループを接続部の前に作る等）。
2-14	適切なはんだ付けがされている。
2-15	外観の仕上がりが丁寧である。

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8に基本動作検査の準備を示す。「オリジナルロボット」「Robotino」について同じ検査を行う。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。基本動作検査は、競技課題1において走行できなかったと審査された（例 スタート地点から移動しない）ロボットに対して行う。

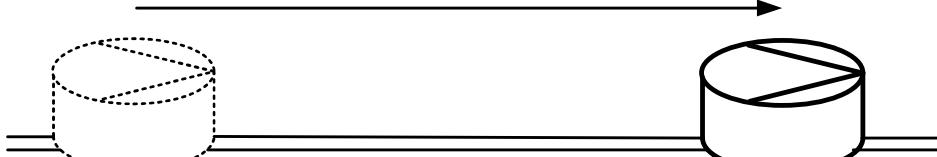
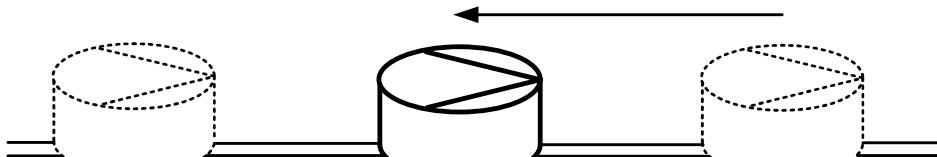
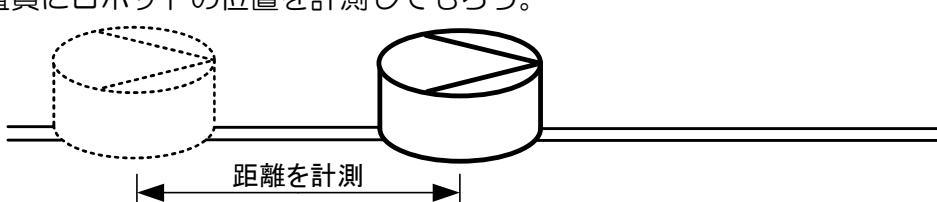
表8 基本動作検査の準備

審査番号	内容
	<ul style="list-style-type: none"> ● 配布されたビニールテープを、アリーナに貼りつける。 ● 必要であれば、センサの感度調整等を行う。

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9の手順に従って検査する。

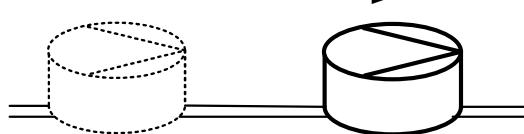
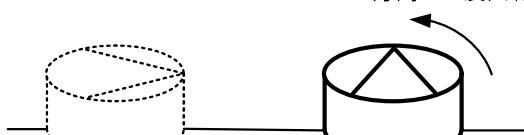
表9 走行距離制御の検査手順

審査番号	内容
3-1	<p>走行時の距離制御の評価</p> <p>① 審査員の開始の合図により、ライン上を 1000mm 進み停止する。 (停止する時間は、3±1s とする。)</p> <p style="text-align: center;">開始位置から1000mm以上走行</p>  <p>② ライン上を 500mm 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。)</p> <p style="text-align: center;">開始位置から500mmになるように走行</p>  <p>③ 審査員にロボットの位置を計測してもらう。</p> 

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超信地旋回させ、その回転角度の精度を表 10 の手順に従って検査する。

表 10 走行回転角度制御の検査手順

審査番号	内容
3-2	<p>走行時の方向制御の評価</p> <p>① 審査員の開始の合図によりライン上を 500mm 以上進み停止する。 (停止する時間は、3±1s とする。)</p> <p style="text-align: center;">開始位置から500mm以上走行</p>  <p>② 90 度左(CCW)に回転し停止する。(停止する時間は、3±1s とする。)</p> <p style="text-align: center;">CCW方向に90度回転</p>  <p>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。)</p> <p>④ 停止した位置を審査員に計測してもらう。</p> <p style="text-align: center;">CW方向に90度回転</p>

7.4. 安全機能検査

安全機能検査は、事前に安全機能を搭載したロボットにより行われる。「オリジナルロボット」の場合、設計の段階から安全機能を含め設計すること。「Robotino」については安全機能を実現できる装置を設計・製作し搭載しておくこと。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しておくこと。安全機能検査は、すべてのロボットに対して行われる。

検査で使用する「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。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11の手順に従って検査する。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11 安全機能装置の検査手順

審査番号	検査手順
4-1	「リセット」「起動」「非常停止」スイッチが搭載されていること。 <ul style="list-style-type: none"> ● 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「ブレーキ接点(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。 <ul style="list-style-type: none"> ● 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12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等、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12 起動時の検査手順

審査番号	検査手順
4-7	<ul style="list-style-type: none"> 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13の手順に従って検査する。

表13 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	<ul style="list-style-type: none"> 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 14 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	<ul style="list-style-type: none"> 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 ロボットの動作が続行する。 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15 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	<ul style="list-style-type: none"> 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、審査員の指示により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 ロボットの動作が続行する。 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. 専門知識課題

ロボットソフト組込み職種定義に記された項目に関連する、技術的な知識を問題とする。問題数は50問であり、○×式で回答とする。

7.6. ロボットプログラミング課題

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。

(1) プログラミング 課題の構成	<ul style="list-style-type: none"> ① 提示されたロボットの課題についてプログラミングをおこない、その結果を評価する課題である。 ② 課題説明、課題作業、パフォーマンスにより構成される。 ③ 課題は事前に公開される。課題によっては、競技当日に一部変更される。 ④ 課題によっては作業時間が短い場合がある。
(2) 課題の説明	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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ぬ。 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	<ul style="list-style-type: none"> 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で評価される。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 <u>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、走行テストを行ってよい。</u> ⑤ 2回目および3回目のパフォーマンスは、<u>選手の判断したタイミング</u>で競技委員等に合図してから開始する。 ⑥ 時間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	<ul style="list-style-type: none"> 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） <ul style="list-style-type: none"> (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	<ul style="list-style-type: none">① パソコンのトラブル② ロボットの制御装置のトラブル③ 復活しない通信トラブル④ 選手に起因しないトラブル ※競技主査、競技委員で判断する。 ①～③での場合は、走行したとみなし評価される。

8. 付録

以下は、ロボットソフト組込み職種競技委員会からのコメントです。競技のルールに直接は関係ありません。

本競技は、ロボットに組み込まれている、「機械」「電子」「情報」の複合的な技術が問われます。競技では、ロボット本体に関する審査と、ロボットを使った課題の出来具合が評価されます。ロボットの設計・製作やメンテナンス、それを使った問題解決やプログラミング能力が問われる競技です。ロボットを使って競技をするにあたり、奇抜なアイデアだけでは課題をクリアできません。また、ロボットが動きさえすればよいわけでもありません。ロボットソフト組込み職種では、

- ものづくりの基本を守り丁寧につくられていますか？
- 移動式ロボットとしての基本的な走行性能を実現できていますか？
- 工業製品として安全を考慮した設計ですか？
- 関係するドキュメントの管理ができていますか？

等も評価の対象となります。

オリジナルロボットを設計・製作するにあたっては、ロボットに関連するものづくりの技能や技術の習得について意欲的に取り組んでほしいと思います。ロボットに使用する部品を設計・製作する場合においても、すべての部品を金属で設計し、切削・塑性加工して作る必要はありません。もしかしたら、一部の部品は3Dプリンタを用い樹脂で作った方が良い場合もあるかもしれません。また、電子回路を作るにも、ユニバーサル基板にストラップ配線という方法でも可能ですが、エッチング基板を使用したり、CADと基板加工機を使用しプリント基板を作る方法も考えられます。新しい技術の取り入れにチャレンジする事も技能・技術の習得には重要です。

スマートファクトリーの実現に向けて

工場内での製品や部品の搬送に、レールや磁気マーカなどで誘導しながら移動する「無人搬送車（Automatic Guided Vehicle : AGV）」が広く使われています。AGVは、搬送経路が定まっているため、作業工程の変更に対して即時に対応することができませんでした。近年では、スマートファクトリー時代の到来を見据えて、ロボットアームを搭載した AGV、工場内の人の位置や動きをセンサで検知しながら安全に走行する「自律走行搬送ロボット（Autonomous Mobile Robot : AMR）」が登場しています。