

移動式ロボット

: Mobile Robotics

職種定義

: Technical Description

第60回 技能五輪全国大会

技能五輪全国大会「移動式ロボット」職種では、その競技委員会における決議により、公平で円滑な競技運営が行われることを目的に、本職種における最低限の要求事項を採択している。なお、この職種定義（Technical Description）については、開催年度、競技課題内容、及び競技運営方法によって慎重にかつ柔軟に変更される。

今年度の職種定義は以下の内容で構成されている。

## 目次

1. はじめに.....	2
1.1. 職種競技の名称.....	2
1.2. 関連する職務または職業の定義.....	2
1.3 本文書の位置づけおよび重要性.....	2
1.4 競技内容の概要.....	3
1.5 チーム構成.....	3
1.6 選手の年齢制限.....	3
1.7 用語の定義.....	3
1.8 技能五輪国際大会（WorldSkills Competiton）.....	3
2. 競技仕様.....	5
3. 取り決め事項.....	8
3.1 競技中の安全対策について.....	8
3.2 注意事項.....	9
4. 競技の説明.....	11
5. 競技に使用するロボット.....	14
5.1. ロボットの構成.....	14
5.2. ロボットの仕様.....	15
6. 競技実施概要.....	19
7. 検査・審査項目.....	22

## 1. はじめに

### 1.1. 職種競技の名称

移動式ロボット

### 1.2. 関連する職務または職業の定義

移動式ロボットは急成長中のソリューション主体の産業で活躍し、移動式ロボットに関わるロボット技術者が担う役割は重要かつ拡大しつつある。移動式ロボットの用途は広く、日常生活、および製造業、農業、航空宇宙、鉱業、医療等のさまざまな分野で応用されている。

ロボット技術者はオフィス、工場、研究所で働き、設計、保守、研究、新たな応用製品の開発を行って、ロボットの可能性を広げる。この役割は、特定の部門において、具体的なビジネス上の問題に焦点を当てるところから始まる。例えば、製造業では作業を自動化するロボットをつくり出すことで、生産能力を高めることが要求されることがある。移動式ロボットにおいては、人間が立ち入れない、または危険を伴う作業のために設計されることもあるだろう。ロボット技術者は、顧客と話し合いを慎重に突き詰めることが必要で、それが正確な仕様につながる。その後、設計段階が続き、試作品が組み立てられる。次に、ロボットにプログラムが組み込まれ、一貫した高い性能を提供するために動作試験を繰り返す。どのようなロボットでも、ロボット技術者が中心となり、ロボットが何を必要とするかを考え、いくつかの分野と連携して最適な装置を設計し、組み立てる。この場合、ロボット技術者は、既存の技術を用いて新たな問題のソリューションを生み出している。

ロボット技術者が各用途に適合したロボットを設計し試作できるためには、論理、マイクロプロセッサ、コンピュータ・プログラミング、機械、電気、制御システムに精通していなければならない。ロボットをそれぞれの作業環境に適応させるために、作業環境に適したロボットの能力に関する仕様書も作成しなければならない。そのうえ、ロボット技術者は費用対効果の高い設計、費用と価格の計算、品質管理にも責任を負う。能力の高いロボット技術者の役割に不可欠なのが、作業の組織化と自己管理に関連した幅広い技能である。優れた意思疎通や対人関係能力は、チームがうまく機能する上で特に重要となる。

### 1.3 本文書の位置づけおよび重要性

本文書は、この職種競技で競うために必要となる基準、そして競技を運営する上での評価指針や方法および手順に関する情報を含む。競技委員、選手及び指導者は、この職種定義について理解しておく必要がある。一方、職種定義とともに提示する事前公開課題（Pre Test Project）は競技課題に関係する情報と評価項目について記載する。

## 1.4 競技内容の概要

選手は、職種定義で定められたロボットの仕様に従い、移動式ロボットを準備し、事前に公表される競技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、事前公開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調整、分解・組付け、技術書類の作成、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。

## 1.5 チーム構成

1チームあたり2名の選手で構成される。

## 1.6 選手の年齢制限

すべての選手は、全国大会開催年において23歳以下であること。

## 1.7 用語の定義

- ① アリーナとは、各競技課題でロボットが動作するコートをいう。
- ② 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。パフォーマンス中の機器の操作等は競技委員等によって指示される。
- ③ 集合エリアとは、主に競技課題の説明を行う際に使用するスペースをいう。
- ④ ワークスペースとは、参加チーム専用の作業スペースをいう。
- ⑤ 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。
- ⑥ 競技時間とは、課題説明、課題、採点（パフォーマンス）を行う時間をいう。

## 1.8 技能五輪国際大会（WorldSkills Competition）

技能五輪国際大会とは、職業訓練の振興と青年技能者の国際交流、親善を図ることを目的とした国際的な競技大会をいう。令和4年（2022年）10月開催予定であった中華人民共和国の上海大会（第46回技能五輪国際大会）はコロナ禍の影響により中止となり、上海大会の代替措置として、技能五輪国際大会2022 Special EditionのMobile Robotics（移動式ロボット職種）が、令和4年10月19日からフランスのボルドーで開催されることになった。また、第47回技能五輪国際大会は令和6年（2024）9月10日からフランスのリヨンにおいて開催される予定である。

【参考】国際大会移動式ロボット職種定義：

<https://api.worldskills.org/resources/download/12322/14925/15853?!=en>

## 2. 競技仕様

表1に示す内容は、2022年技能五輪国際大会におけるMobile Robotics（移動式ロボット）職種の職種定義に準ずるものである。これは、本競技の方向性を定める競技仕様を示しており、本競技の選手に必要とされる資質と能力を定義している。

表 1 必要とされる技能と技術

<p><u>作業組織と管理</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 安全で整理整頓された効率のよい作業環境を整備し、維持する。</li> <li>(2) 健康や安全に対する十分な配慮を含め、手がける作業に対して自分で準備する。</li> <li>(3) 効率を最大化し、中断を最低限とするように、作業予定を組む。</li> <li>(4) ロボット開発者および技術者に対する現行規則・規制を考慮する。</li> <li>(5) あらゆる機器や資材を自分で選択し、製造者の取扱説明に従って使用する。</li> <li>(6) 環境、機器、材料に適用される安全衛生基準を適用する。</li> <li>(7) 適切な状態に作業空間を戻す。</li> <li>(8) 幅広く、また専門的にも、チームの成果に貢献する。</li> <li>(9) フィードバックとサポートを提供し合う。</li> </ul>
<p><u>コミュニケーションおよび対人技能</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 入手可能なあらゆるフォーマットの文書から、技術データや取扱説明を読み取り、解釈し、抜粋する。</li> <li>(2) 問題解決または継続的な専門能力開発のため、研究を活用する。</li> <li>(3) 明確性、実効性、効率性を確保するため、口頭、書面、電子的手段により意思疎通する。</li> <li>(4) 標準的な範囲の通信技術を活用する。</li> <li>(5) 複雑な技術原理や応用を他者と話し合う。</li> <li>(6) 専門外の人達に、複雑な技術原理や応用を説明する。</li> <li>(7) 報告書を作成し、出てくる問題や疑問へ対応する。</li> <li>(8) 直接対面および間接的に、顧客ニーズに対応する。</li> <li>(9) 顧客の求めに応じて、情報収集や文書作成を行う。</li> <li>(10) 報告書を作成し、発生した問題や質問に対応する。</li> </ul>

## 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、資料または仕様書を分析する。
- (2) 資料または仕様書の不確実な部分を特定し、解決する。
- (3) 移動式ロボットの稼働が求められる環境の特徴を特定する。
- (4) 移動式ロボットの性能を支えるハードウェアの必要事項を特定する。
- (5) 決められたタイムスケール内で機能する物品を製造するための設計書を作成する。
- (6) 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。
- (7) 仕様通りに動作する移動式ロボットのハードウェアを設計する。
- (8) ナビゲーションや方向決めを含め、移動式ロボットのタスクを解決する戦略を策定する。
- (9) 設計上の難題に対するソリューションを考案する。
- (10) 資材、部品、機器を選定・購入・製造する選択肢を特定し、評価する。
- (11) 経営理念や安全衛生などの必要不可欠な要素に基づいた意思決定を記録する。
- (12) 作業の管理と統制のための文書を作成する。
- (13) 目的、費用、時間に関する所定の制限内で設計段階を完了する。

## 製作と組み立て

- (1) 移動式ロボットの筐体を製作する。
- (2) 移動式ロボットの構造部と機械部を組み込む。
- (3) 電子制御回路を組み込む。
- (4) 効果的な使用に必要なとなる全ての部品およびソフトウェアのインストール、セットアップ、および調整を行う。
- (5) 機械、制御回路、センサ回路の取り付け、調整を行う。
- (6) ロボットの遠隔操作に必要な機器を取り付け、調整を行う。
- (7) 必要なタスクを掌握するためにセンサを組み込む。

## プログラミング、試験および調整

- (1) ソフトウェアを使用して工程や作業を可視化する。
- (2) システムを効果的に制御するために遠隔操作を使用する。
- (3) 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。
- (4) 位置決めとマッピングを行って、ロボットを動作させる。
- (5) ナビゲーションを実行する。
- (6) センサを所定の場所に取り付け、適宜調整する。
- (7) カメラを所定の場所に取り付け、適宜調整する。

- (8) 過去のプログラム資産について、その中身を理解し、有効に活用する。
- (9) 計算能力の制限を考慮したプログラムを記述する。
- (10) 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する。
- (11) ロボットの制御を戦略的に計画し、実装する。
- (12) 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。
- (13) プログラム上の不具合を発見する。
- (14) 使用しているパソコンのメンテナンスをする。

### 性能の点検と試運転

- (1) 動作基準に照らして移動式ロボットの各部を試験する。
- (2) 動作基準に照らして移動式ロボットの総合的性能を試験する。
- (3) 分析、問題解決、改善を通してシステム各部およびシステム全体の運転を最適化する。
- (4) システムを試運転するための最終試験を行う。
- (5) 正確性、一貫性、コストを含む確立された基準に照らし、設計、製作、組立ての各工程をレビューする。
- (6) 設計段階の全項目が、要求される産業規格を確実に満たすようにする。



### 3. 取り決め事項

#### 3.1 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2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2 競技中の安全対策

(1)	作業中、安全に十分留意して、怪我のないように作業すること。競技中に選手が怪我をした場合、そのチームは作業を停止し手当を行う（時間内対応）。
(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、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）。また、滑り止めのため手袋を着用してもよい。
(4)	ロボットは安全に持ち運べる構造にすること。また、搬送による腰痛を防ぐため、必要に応じて腰痛対策を施すこと。
(5)	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。
(6)	競技中に、ロボットの組立作業や加工（やすり、のこ、ドリルなど）を行う場合、保護メガネ（安全メガネ）を着用すること。
(7)	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。

### 3.2 注意事項

表3に競技中の注意事項を示す。選手および競技関係者は必ず守らなければならない。

表 3 競技中の注意事項

(1)	工具等の整理整頓や作業場所の清掃は、常に実施すること。
(2)	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。
(3)	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。
(4)	競技中、他のチームとの工具および機器の貸し借りは禁止する。
(5)	他選手の競技を妨害する行為、または迷惑をかける行為をしないこと。 （例：他のチームの偵察や声かけなどの競技の妨害） 音の発生する機器（充電器、アラーム機能付きタイマ等）を使用する場合、音量を調整可能なものを使用するか、音量調整が可能な仕組みを用意すること。
(6)	競技中にワークスペースから離れる場合、競技委員へ理由を告げ許可を受けなければならない。
(7)	質問や緊急事態等の場合は、挙手により競技委員に知らせること。
(8)	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。
(9)	競技中にトイレに行く場合は、競技委員、または競技補佐員に申し出ること。なお、所要時間は競技時間に含まれ、同一チームの選手は同時にトイレに行けないこと。
(10)	競技エリアには、許可を受けた者以外は立ち入ることができない。
(11)	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。
(12)	報道機関あるいは競技委員会の許可された者以外は、競技エリア内で写真・ビデオ

	等の撮影、カメラ等の設置を禁止する。また、競技エリア外（通路含む）では三脚等を利用したカメラ等の設置を禁止する。
(13)	課題説明を受け、課題資料を受けた選手は、競技開始まで関係者との接触を一切禁止する。また、課題説明後から課題開始までの時間は、課題に関する配布資料の確認を行ってもよいが、その他の作業（会話含む）は行ってはならない。
(14)	競技委員、競技補佐員、および協力員の指示に従うこと。
(15)	競技で使用される備品・搬送物・アリーナにマーキング（テープ等を貼り付ける行為や傷をつける行為等）を行ってはならない。ただし、主査が認めたものを除く。
(16)	競技中にアリーナ内は競技委員が指示したもの以外は持ち込まない。
(17)	パソコン画面撮影の防止対策は各チームで行ってもよいが、ワークスペース（机や椅子の配置を含む）の変更は認めない。
(18)	ネットワークの使用は競技用パソコンとロボット間の通信、あるいは同一チームにおける選手間でのパソコン通信に限る。
(19)	パフォーマンス中はパソコンとロボットの通信は禁止とする。ただし、制御装置にVMXを使用している場合は、状態監視機能（WDT）による通信に限りパソコンとロボットの通信を認める。また、パフォーマンス中に外的要因により通信障害が発生したときの対応方法は表6（6）パフォーマンス中のトラブルに示す。
(20)	パフォーマンス中はパソコンの画面を閉じる、あるいは操作できない状態にしておく。ただし、主査が認めたものを除く。
(21)	パフォーマンス中にロボットの動作に影響のある行為を行ってはいけない（画像認識を容易にする行為やセンサの反応に影響を与える行為等）。

## 4. 競技の説明

表4 競技の説明

(1) 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。
(2) 課題の定義	全般的に技能五輪国際大会における Mobile Robotics(移動式ロボット) 職種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、競技委員あるいは協力員によって評価、採点される。
(3) 課題の内容	① メンテナンス作業(機器の分解・組付け)、プログラミング、技術書類の作成を行う。 ② 事前公開課題(Pre Test Project)の内容に基づいた課題で行うが、課題が一部(30%以内)変更される可能性がある。
(4) 課題の評価	① 競技課題は、競技時間内で評価される。 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、時間管理の評価や時間採点が採用される。
(5) 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。
(6) 競技エリア	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、メンテナンス作業(機器の分解・組付け)、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 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 ワークスペース内でのロボットの動作確認は台座の上で行う。 ④ 作業用机(例:1800×600×700mm)、椅子が設置され、電源提供用タップが準備される。また、ワークスペースで使用する追加の机を用意してもよい。 ⑤ パソコンを2台まで使用してもよい。 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および説明用の装置(プロジェクタ等)が設置され、集合エリアで課題の説明がおこなわれる。

(7) ワークスペースの割り当て	各チームのワークスペースの割り当ては、抽選によって無作為に選手へ割り当てられる。クジ引きは大会時に選手が行う。
(8) 参加チームが準備するもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 競技に使用するロボト一式</li> <li>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</li> <li>③ センサ、バッテリーなどの予備交換部品</li> <li>④ プログラミング用パソコン</li> <li>⑤ ロボットへプログラムを書き込む装置、ケーブルなど</li> <li>⑥ USB メモリ（チーム内データ移動用記憶媒体）</li> <li>⑦ OA タップ（必要に応じて用意）</li> <li>⑧ 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）</li> <li>⑨ 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）</li> <li>⑩ 六角レンチ（1.5mm、2.5mm）</li> <li>⑪ 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</li> <li>⑫ 筆記用具および文房具など</li> <li>⑬ 競技委員が別途、指示したもの</li> </ul>
(9) 主催者が用意するもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>① ワークスペース（アリーナを含む）の設備</li> <li>② 競技委員が別途、指示したもの</li> </ul>
(10) 競技エリアに持ち込めないもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 「(8)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、デジタルカメラ など）</li> <li>② インターネットへの接続が可能なもの（例、スマートウォッチ など）</li> <li>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。</li> <li>④ 競技で使用する大会備品の同等品</li> <li>⑤ 主査が不適切と判断したもの</li> </ul>
(11) 競技中のトラブル対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 機器のトラブル <ul style="list-style-type: none"> <li>(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。</li> <li>(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、競技委員にその旨を報告し、対処についての指示を仰ぐこ</li> </ul> </li> </ul>

	<p>と。</p> <p>(c) 上記(b)について競技委員が判断できない場合は<u>競技主査</u>が判断する。</p> <p>(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<u>競技主査</u>が判断する。</p> <p>② 選手が負傷した時</p> <p>(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 <u>競技主査</u>の判断で対応する。</p>
(12) ルール違反	<p>競技委員よりルール違反（「3. 取り決め事項」に反する行為を含む）が報告された場合は、主査がその事実を確認し、違反内容に応じて注意・得点の剥奪・失格の処分を行う。</p>

## 5. 競技に使用するロボット

競技で使用するロボットは、2022年にフランスで行われる第46回技能五輪国際大会の Mobile Robotics（移動式ロボット）職種で使用されるロボットに準拠する。つまり、Mobile Robotics 職種におけるテストプロジェクト（TP）のルールをもとに仕様が決められた「Worldskills Global Challenge 2022 Special Edition」で提供されるコンポーネントを使用して、ロボットを開発することが期待される。コンポーネントの使用が困難な場合、それと同等もしくは同等以下の機器を使用する必要がある。

### 5.1. ロボットの構成

図1に参加可能なロボットの構成（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。

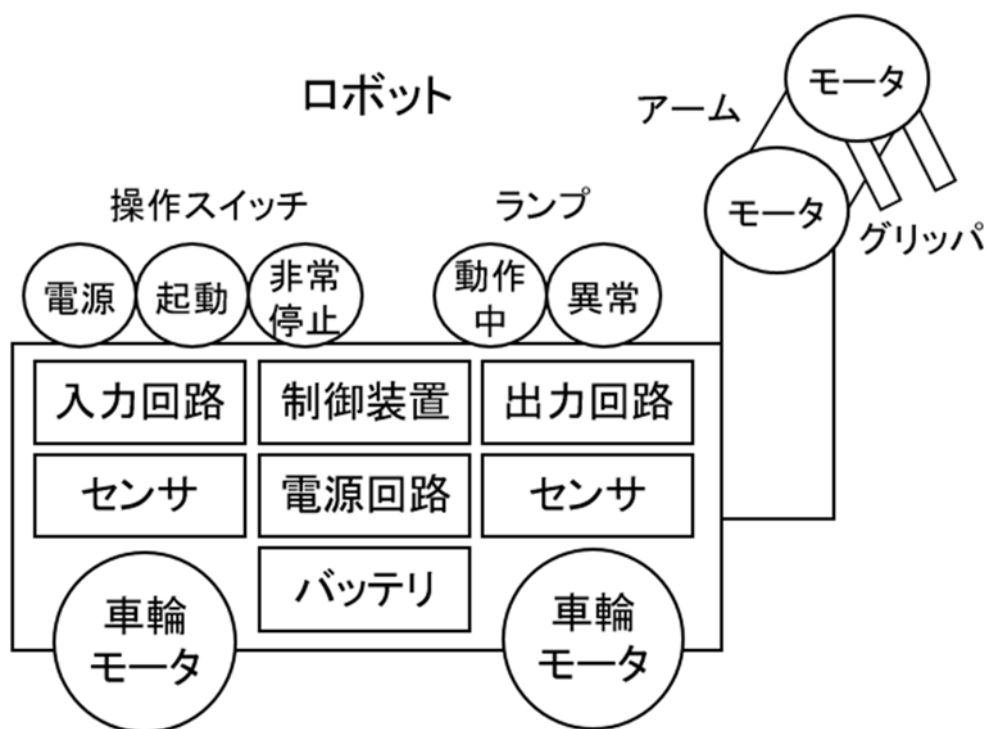
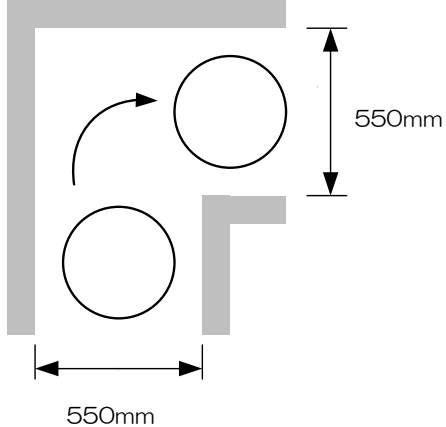


図1 参加可能なロボットの構成（例）

## 5.2. ロボットの仕様

表5にオリジナルロボットの仕様を示す。

表5 オリジナルロボットの仕様

<p>(1) ロボットの大きさ</p>	<p>① 機器収納時最大寸法：高さ 550mm×幅 550mm×奥行 550mm以下                  ② 機器展開時最大寸法：高さ 900mm×幅 900mm×奥行 900mm以下                  ③ 最少 550 mm のクランク状の通路を走行可能なこと</p> 
<p>(2) ロボットの重量</p>	<p>重量 20 kg 以下</p>
<p>(3) ロボットの速度</p>	<p>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。</p>
<p>(4) 運搬用の取手</p>	<p>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。</p>
<p>(5) 制御装置</p>	<p>ロボットに搭載されたコントローラのみで動作する構造とし、パソコンでの処理は不可とする。コントローラには VMX、もしくは MyRIO を使用すること。</p>
<p>(6) プログラム言語</p>	<p>下記のプログラム言語等を推奨する。                  C++、Java、Python、LabVIEW、ROS</p>
<p>(7) モータ</p>	<p>① DC モータ（サーボモータ含む）のみ使用でき、ロボットの走行やアームの駆動等を使用目的とする。                  ② モータ以外のアクチュエータは使用不可とする。</p>



	<p>③ モータに接続されたロータリエンコーダからの信号を用い、速度制御や位置制御を行ってもよい。</p>
(8) 車輪	<p>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。</p>
(9) センサ	<p>センサは以下で挙げるもののみ搭載してもよい。事前公開の競技課題で型番が指定されたセンサは、それ以外のセンサは使用しないこと。</p> <p>① 測距センサ 物体（壁等）との相対距離を測定するのに使用する。</p> <p>② ライン検出センサ 床に貼られたテープ等を検出するのに使用する。</p> <p>③ バンパスイッチ 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。 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。</p> <p>④ リミットスイッチ アームの位置決めやストローク極限を検知するために使用する。機械式や光学式のリミットスイッチが含まれる。</p> <p>⑤ カメラ 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。</p> <p>⑥ ジャイロセンサ・加速度センサ・方位センサ ロボットの進行方向や自己位置推定に使用する。</p> <p>⑦ 競技委員が別途、許可したもの。</p>
(10) 入力回路	<p>入力回路に使用可能な部品の種類は制限を設けない。（距離センサ、ロータリエンコーダなどのセンサからの信号を制御装置に伝達するために必要な回路を、入力回路と称する）</p>
(11) 出力回路	<p>出力回路に使用可能な部品の種類は制限を設けない。（コントローラからの出力信号をモータなどの機器に伝達するために必要な回路を、出力回路と称する）</p>

(12) バッテリ	<p>① ロボットに搭載する電源は、定格で最大 24 V とする。</p> <p>② 充電時に 24 V を超えてもよい。</p> <p>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。</p> <p>④ 必要に応じてバッテリーを複数搭載してもよい。</p>
(13) 電源回路	<p>使用電圧への変圧用回路を電源回路と称する。</p> <p>① 使用機器の数や種類に制限はない。</p> <p>② 回路保護のため、適切な位置にヒューズが挿入されていること。</p> <p>③ 使用電圧の観測用に電圧計を搭載してもよい。</p>
(14) アーム (グリッパ)	<p>① 目標物のピック&amp;プレースを行うために使用する。</p> <p>② ロボットに取り付けたアームは、ロボットの一部として扱われる。</p>
(15) ライト (照明器具)	<p>カメラを使用した画像認識において、明るさ調整のためライトを使用してもよいが、主査により他チームに影響があると判断された場合は使用不可とする。</p>
(16) 操作スイッチ	<p>ロボットを安全に運用するため、ロボットへの電源投入スイッチ、非常停止スイッチ、プログラムの起動スイッチを搭載する。</p> <p>① 電源スイッチ ロボットシステム起動。電源投入スイッチ</p> <p>② 非常停止スイッチ 危険な状態、非常時に操作。動力への電力供給スイッチ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「ラッチング機構」を搭載していること。</li> <li>・「ブレーク接点(NC 接点)」を用いていること。</li> <li>・押下されたら駆動部への動力を遮断すること。</li> </ul> <p>③ 起動スイッチ ロボット動作開始スイッチ</p> <p>操作スイッチは、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。</p>
(17) ランプ	<p>ロボットを安全に運用するため、ロボットの「異常時」を示す「赤色」、「パフォーマンス動作中」を示す「緑(青)色」の表示灯(ラン</p>

	<p>ブ) を搭載する。</p> <p>赤色 : 危険状態、非常時、異常時に点灯          緑(青)色: ロボットのパフォーマンス動作中に点灯</p> <p>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。フルカラーの表示灯等でもよい。</p>
(18) 配線	<p>適切な配線色の使用並びにラベル等で接続先を明示すること。</p>

## 6. 競技実施概要

競技課題として、基本動作課題、メンテナンス（分解・組付け）課題、プログラミング課題がある。競技を実施する際の概要を以下に示す。

表6 競技実施概要

(1) 課題の説明	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 課題の説明を行う。</li> <li>② 説明後、選手は質問することができる。</li> <li>③ 質問終了後、選手はワークスペースに戻り競技開始まで待機する。待機中、選手は各自で配布資料に書かれた課題内容の確認を行うのはよいが、その他の作業（会話含む）は行ってはいけません。</li> </ul>
(2) 課題の作業	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 各課題は時間制限が設けられている。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>
(3) 競技開始と終了の合図	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 競技の開始は、競技会場内の時計に基づき、競技開始時間になったら主査、あるいは競技委員が口頭で合図する（会場の状況に応じてホイッスル等を利用することもある）。</li> <li>② 競技中断後の再開も口頭による合図で再開する。</li> <li>③ 競技終了時も口頭による合図で終了する。</li> </ul>
(4) パフォーマンス	<ul style="list-style-type: none"> <li>① パフォーマンスの回数は課題毎に指示される。</li> <li>② パフォーマンスは、競技主査の合図とともに一斉に行う。</li> <li>③ 選手はパフォーマンス準備時間のみ機器調整、プログラム変更ができる。アリーナ内でロボットを走行させてはならない。</li> <li>④ 制限時間終了時点で、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。</li> <li>⑤ 時間内にパフォーマンスが終了したチームは待機する。</li> <li>⑥ パフォーマンス前の課題時間内に充電を開始している場合は、パフォーマンス中も継続して充電することを認める。パフォーマンス中も充電する場合、バッテリー交換可能な採点準備時間以外はバッテリーや充電器を操作してはならない。</li> <li>⑦ パフォーマンスを行っていないチームは充電を行ってもよいが、充電の準備はパフォーマンス前の課題時間内で行うこと。</li> </ul>

	<p>⑧ 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。</p>
<p>(5) 採点 (パフォーマンス)</p>	<p>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。</p>
<p>(6) パフォーマンス中のトラブル</p>	<p>以下の場合、やり直しを認める。 ① 選手に起因しないトラブル ② 競技主査、競技委員がやり直しと判断した場合 ③ VMX を使用した通信において外的要因による通信障害の発生によるロボット動作への影響を認めた場合</p> <p>通信障害の発生からやり直しまでの手順は以下のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・通信障害が発生しロボットの動作に影響が生じた際、選手は委員にその事実を伝える。</li> <li>・競技委員は通信障害の発生状態を確認する。</li> <li>・競技委員がロボットの動作再開を認めたとき、選手は競技委員立ち合いのもとで通信の再接続および動作再開の手順を実施する。その際、動作再開はロボットが停止した状態からの再開を表し、ロボットの位置変更は不可とする。</li> <li>・作業時間はすべて採点時間に含める。</li> </ul>

パフォーマンスに対する共通ルール

- ① ロボットの安全機能を満たしていること。
- ② パフォーマンスの開始は起動スイッチにて行う。それ以外の方法でスタートする場合は別途課題で指示される。
- ③ ロボットはアリーナの備品（壁・棚・障害物）に接触してはならない。ロボットの接触判定は、壁への接触、棚が移動、そのほか備品への影響により行う。ロボットが運搬物を介して備品に接触した場合、備品に影響があると競技委員が判断した場合は接触として扱う。
- ④ 接触した場合にはロボットの安全機能により停止すること。また、接触時にロボットが停止しない場合、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、または異常時は選手が非常停止させることができる。この時、競技委員へ宣言すること。走行を中断するときや非常停止を行うときは、非常停止機能によりロボットを安全に停止させること。
- ⑥ プログラミング時間完了の時点で、ロボットが起動スイッチにより動作が開始する状態にしておくこと。但し、15分間の採点時間のうち2分間を選手の採点準備時間（バッテリー交換等）として設ける。
- ⑦ パフォーマンス中はパソコンの画面を閉じる、あるいは操作できない状態にしておくこと。

## 7. 検査・審査項目

表7で示す検査・審査項目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7 検査・審査項目

検査・審査項目	内容	配点
(1) 技術情報書類の審査	分析と要件、部品表、ロボットの全体図、機械設計と考え方、電気設計などにより、ロボットが仕様通りに設計されているかを評価する。	10点
(2) 外観検査	事前公開課題 (Pre Test Project) で示された内容に従い、外観を検査することにより評価する。	10点
(3) 安全機能検査	安全機能検査を行い、その動作を評価する。	5点
(4) 基本動作の審査	競技課題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。	10点
(5) メンテナンス能力(分解・組付け)の審査	競技委員が指定した機器の取外し、組付け、組付け後の基本動作により評価する。	10点
(6) システム動作の審査	指示された課題に取り組み、システムの構成を含めたロボットの完成度と動作の再現性により評価する。	45点
(7) 作業管理の審査	協力的な行動、作業環境の整理整頓、スケジュールの遵守、安全作業等が行われているかを評価する。	10点