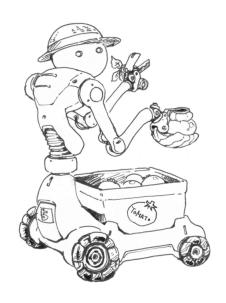
# 第 11 回トマトロボット競技会シニア部門競技規則

トマトロボット競技会実行委員会 2013年11月 初稿 2024年10月10日改定(6.3版)

## 競技会の理念

トマトの収穫を目的とした競技会を通じてアグリロボットの発展を目指すとともに、自然環境への興味とロボット技術への興味を喚起する。開発過程において生み出された技術を農業分野へ還元する。



開催日時: 2024年12月6日(金)~8(日)

予選:九州工業大学大学院生命体工学研究科 1 階ピロティ 決勝戦:北九州学術研究都市内 enPiT 農業用 IoT 実習用ハウス

#### 1. 開催にあたって

第 11 回トマトロボット競技会は、収穫動作のビデオ提出,予選,決勝として開催します.予選会場は北九州学術研究都市内九州工業大学,決勝戦会場は enPiT 農業用 IoT 実習用ハウスとします. 「人との協働」が可能なロボットになるように安全対策を十分にしてください. また,12月6日(金)に技術交流会,7日テクニカルチャレンジを実施予定です.

#### 2. 日程

参加申し込み〆切
練習用トマト発送予定日
収穫動作のビデオ提出〆切
2024年10月15日(火)
2024年11月1日(金)
2024年11月18日(月)

・ 出場チームの確定 2024 年 11 月 20 日(金) ホームページに掲載

ワークショップ
予選
決勝戦
2024年12月6日(金)
2024年12月7日(土)
2024年12月8日(日)

#### 3. 競技規則

#### 3.1 競技会ロボットへの要求仕様

基本及び推奨仕様を表 1 に示します. 基本仕様を満たすロボットが出場可能です. 複数台のロボット 用いて参加する場合も各ロボットは基本仕様を満たしてください.

ロボット1台の基本仕様の大きさは、ロボットのアーム、トマト回収コンテナ等の付属品を含めた最小状態のロボットの水平投影面積です(図 1). 収穫したトマトを格納するコンテナを搭載してください(図 2). 人と協働することを前提に必要な軽量化は検討し、人に危害が及ばないよう配慮してください. フリースタール部門に参加するロボットについては、大きさ・重量について制限しませんが、ハウスの入り口(1800mm x 1800mm)から安全に搬入できるように工夫してください. ハウス内にクレーンはありません. 緊急停止ボタンは、わかりやすい位置に設置しチームメンバー以外でも停止できるように目立つようにしてください. ロボットへの外部からのエネルギー供給は不可とします. ロボット内にエネルギー源(バッテリー等)を搭載してください.

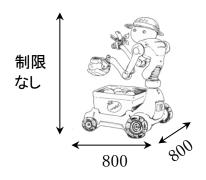
ロボットの移動方式は、あらかじめ設置されたレールを使用するレールスタイルとレールを使用せず移動するフリータスタイルの二種類とします。レールは<u>約  $\phi$ 50mm</u>のパイプ(型番: VP40)で、レールの中心間の距離は<u>約 600mm</u>とします。フリースタイル部門の場合、土壌を動作できる防塵対策をお勧めします。ロボットの移動のために特別な処置(板を引くなど)は行いません。競技は自然環境下で実施されます。照明条件の変化を考慮したシステム開発をお勧めします。

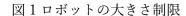
ロボットの動作を補助する目的で競技フィールド内への物体(小型のランドマーク等)の設置を認めます。チーム交代時間内に設置できるものとしてください。

	K T T T T E E						
	項目	基本仕様	推奨仕様				
	大きさ	W800 x D800 H:制限なし*1	-				
	緊急停止スイッチ	目立つ場所に設置	-				
	トマト回収コンテナ	有り(トマト果実が 10 個以上格納可)	W300mm x D600mm x H200mm				
	電源	搭載	-				
重量		100kg 以下*1	50kg 以下				
	モータ1個の出力	-	80W 以下				

表1ロボットの仕様

<sup>\*1</sup>フリースタイル部門は制限なし





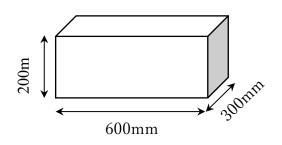


図 2 参考:現場で使用されているトマト格納用 コンテナのサイズ

#### 3.2 対象とするトマト果実

収穫するトマトは 1 個  $60\sim120$ g 程度の中玉トマト(例えばカゴメ株式会社の「ラウンド」)とします. 希望者には予選用のトマト房を郵送します. 発送は 11 月上旬を予定(生育状況により変更される場合があります).

#### 3.3 ロボットの競技フィールド

#### 3.3.1 投稿ビデオ作成用の推奨動作環境

投稿ビデオの作成の際は各自で以下の条件を満たすトマトの吊棚を作成してください.

- 1 トマト房が床から 800mm~1200mm の範囲内に設置されていること.
- 2 トマト房は固定点に吊るされていること.
- 3 走行面
  - (1) レールスタイル部門に参加する場合は約  $\phi$  50mm のパイプ (例えば、塩ビパイプ (型番: VP40) ) で、レールの中心間の距離は約 600mm とすること.
  - (2) フリースタイルの動作フィールドは屋外の土壌地とすること.

#### 3.3.2 予選

- 北九州学術研究都市内 九州工業大学生命体工学研究科 1階 で実施.
- トマト房を図3に示すようなラックに吊るします. (ラックの仕様は競技規則最後の補足を参考)
- 可能な限り**競技エリア端から 100mm~400mm** の範囲内にトマト房が存在するようにトマト棚を 設置します.
- トマト房が**走行面から 800mm~1200mm** の高さになるように配置しますが、その範囲外にもトマト果実は存在します。

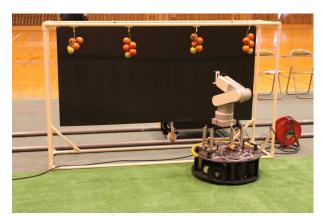


図 3: 予選のイメージ(トマト背部の黒い板はありません.)

#### 3.3.3 決勝戦

#### (1)各部門共通事項

- 北九州学術研究都市内 enPiT 農業用 IoT 実習用ハウス
- 可能な限り**競技エリア端から 100mm~400mm** の範囲内にトマト房が存在するようにトマト棚を 設置します.
- トマト植物体は、トマト房が<u>走行面から 800mm~1200mm</u>の高さになるように配置しますが、その範囲外にもトマト果実は存在します.
- トマト棚はハウスの向きに合わせ、おおよそ南北方向に配置します.
- フリースタイルエリアのオペレータ進入可能エリアに入れる人数は最大2名とします.
- レールスタイルエリアには特にオペレータ侵入可能エリアを定めませんが、トマト棚、レール、ロボット付近などの競技エリアにはロボットの動作に最低限必要な人数のみ侵入してください.

#### (2)レールスタイル部門

オペレータの進入可能エリアは斜線部の領域とします. 競技エリアとはレールが設置してある場所を指します. ロボットのスタート位置は図 4 のホームポジション H です. ホームポジションはレール端から 1600mm の範囲です.

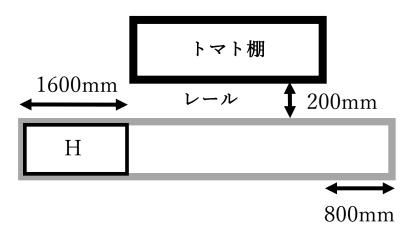


図4レールスタイルの競技エリアの範囲

#### (3) フリースタイル部門

フリースタイル部門の競技エリア・オペレータ進入可能エリアは図5に示すように<u>約トマト栽培された畝を含め幅2000[mm]の土壌領域です。</u>フリースタイル部門ではホームポジションを設けません。ただし、競技開始時のスタート地点とロボットの進行方向を審判に宣言してください。対象とするトマト植物体は、当日のチームリーダーミーティングで決定します。



#### 4. 収穫動作のビデオ作成

出場登録として、収穫動作のビデオをアップロードしてください. ビデオは 5 分以内, 500MB 以内としてください. ビデオフォーマットに指定はありませんが mp4 など圧縮してください.

#### 4.1 ビデオの収録内容

今年度からビデオの種々の項目について点数をつけることはしません。ビデオ全体を通して収穫動作が可能かどうかの確認のみに使用します.

#### 4.2 ビデオ映像の作成方法

ビデオ映像には上記の評価項目を含めてください. ビデオ映像全体を通して,映像を倍速などにすることは可能ですが,何倍速にしているか明示してください. 時間経過がわかる映像が埋め込まれていることを推奨します. 起承転結のある (ストーリー性のある) 映像を推奨します.

**音楽は挿入しないでください**. 提出していただいた動画については YouTube で公開することをご了承ください. (公開について問題がある場合は別途ご相談ください.)

#### 1 ロボットの一連の動作がわかる全体映像

収穫までの一連の動作のわかるように、定点カメラからのノーカットムービーを準備してください。この場合、ロボットがトマトを収穫する手元を拡大した別視点映像を同時に流してわかりやすくするなどの工夫を歓迎します。 ロボットの一連の動作がわかりやすいムービーを作成してください。

※一連の動作とは、ホームポジション(スタート地点)からトマト収穫地点まで移動して、トマトを収穫する動作のことを言います。ホームポジションの位置など 4.3.1 に記載されているもの以外については、競技規則を厳密に満たしている必要はありません。

#### 2 トマト果実の収穫方法・収穫性能がわかる映像

ロボットがトマト果実を収穫する方法がわかる映像を準備してください. また、トマト果実を連続で複数個収穫している映像によりロボットの収穫性能(一定時間あたりの収穫個数)を明示してください.

#### \*撮影で使用するトマト

11月上旬に房のトマトを各チームに10房程度(生育により変動する可能性があります)を郵送します. 房のトマトから収穫する映像が望ましいですが,数に限りがあるので,各チームで準備したトマトを使用しても構いません. この場合,必ずしも房のトマトである必要はありません.

#### 5. ワークショップ

今年度からワークショップ(技術交流会)を再開します. 6日(金)に実施予定です. 発表形式はオンライン・対面のハイブリッド方式とします. 活発な意見交換をお願いします. 各チームでスライドを準備してもらい, 発表 10分, 質疑 5分で実施します. <u>この発表内容の評価方法は各チームリーダーに</u>よる相互評価とし,最も評価の高かった発表はベストプレゼンテーション賞を授与します.

ワークショップでは、**卒業研究発表や学会発表を意識して**各チームの最新の技術を紹介してください。

#### 6. テクニカルチャレンジ

テクニカルチャレンジとして、トマト果実の位置、生育状態を表現したモザイク画像の作成課題を 実施します。出場チームは参加を検討してください。取得した画像データ等から以下の課題を自動処 理してください。土壌に栽培したトマトを対象とし、要望に応じてレールスタイルのチームには土壌 にレールを配置します。達成度が高いチームをテクニカルチャレンジ賞とします。 データ収集時間:各チームに割り当てられた7日の予選終了後、ビニールハウスに移動. データ収集方法:ロボットの自動走行による画像等の取得,人による撮影画像を使用可.

計測結果の提出:8日の開会式までに提出。

#### 課題:

① 生育マップの作成:

生育しているトマト植物体全体のモザイク画像(パノラマ画像)を作成する.

② 果実の位置にマークする:

トマト果実がある位置をマークし、モザイク画像に反映する.

③ 果実の成熟状態の判別:

収穫可能(成熟トマト)は赤、収穫不可(未成熟トマト)は緑でマークし、モザイク画像に 反映する.

④ 果実の絶対座標を表示する:トマト果実の3次元位置座標を推定する.

#### 7. 予選・決勝戦

#### 7.1 実施方法

第 11 回では予選のフィールドを九州工業大学大学院生命体工学研究科の 1 階ピロティー,決勝戦のフィールドを図.5(a)のようなビニールハウス内に設置します.決勝戦では<u>太陽光の影響を踏まえたロボットシステムの構築</u>が必要です.フィールドはフリースタイルエリアとレールスタイルエリアを設置します.決勝戦のフリースタイルエリアは図.5(b)に示すような土壌です.フリースタイル部門・レールスタイル部門ともに 1 回の競技の制限時間を 1 0 分とし,各チーム最大 2 回の競技が可能です.決勝戦への進出チーム数は最大 12 チームとしますが,それを上回る場合は予選の上位チームを決勝進出とします.予選の順番はくじ引きで決定します.

#### 7.2 リスタート

競技中、ロボットに不具合が発生し、ロボットの整備が必要な場合はリスタートを審判に宣言してください。また、競技中、ロボットに人が触れた場合は審判が強制的にリスタート指示します。競技中、リスタートの必要がない場合、人がロボットに触れてはいけません。レールスタイル部門ではリスタートの際、ロボットをホームポジション内に戻してください。フリースタイル部門では、試合開始時に宣言したスタート地点に戻す必要はありません。

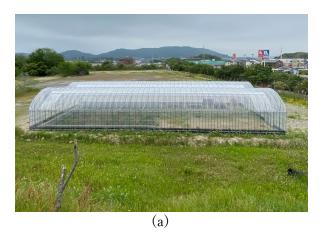




図 5 決勝戦のビニールハウス (a)外観 (b)内部の土壌の様子

#### 7.3 採点方法

収穫したトマト果実の「個数」「状態」「色」から次式に基づいて得点 P を採点します。トマトの色に関しては、競技会当日に収穫基準となるトマト果実(基準トマト果実)を提示しますので、基準トマト果実よりも赤が濃い(R 成分が大きい)トマト果実を収穫してください。各変数は表 s 1, 2 を参照してください。

$$P = C \cdot \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2 + \beta + \gamma + \delta} \cdot (2\alpha_1 + \alpha_2 + \beta) - 2(\gamma + \delta) - \varepsilon$$

た、トマト茎に傷をつけた場合、箇所の数によらず 5 点減点とし、競技フィールドやトマト植物体を著しく破損させる行為に該当すると審判員が判断した場合は、該当するトライアルの収穫得点を0 点とします。リスタートを宣言した場合、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta$ については0 にリセットされますが、減点対象である $\gamma$ 、 $\delta$ 、 $\epsilon$ については0 にリセットされません。最終得点が同じ場合は $\rho$ ラス番号が大きい方を優先しま $rac{1}{2}$  である。 を優先します。複数台同時にロボットを動作させた場合はロボットの重量の合計と比較します。

<b>公口時1</b> 1 4 7 1 2 株1 1 2 8 8 7 7 7 日 3						
部門	レー	-ルスタイル (	(x1) フリースタイパ			(x2)
	人間			人間		
ロボット の操作	トマトを 直接見な がら操縦 (x1)	カメラ映 像を見な がら遠隔 操縦(x2)	ロボットの 自律行動 (x8)	トマトを 直接見な がら操縦 (x1)	カメラ映 像を見な がら遠隔 操縦(x2)	ロボットの 自律行動 (係数:8)
クラス 番号	T1	Т3	Т5	T2	T4	Т6
С	1	2	8	2	4	16

表 2 部門・ロボットの操作によるクラス番号

#	2	山口北	ī	_	ſ	果実の	7	一 米石
天	۲.	山V種	h	マ	h	果 丰 (	/)′7	<b>予</b> 4日

収穫の成否	傷の有無	Æ,	変数名
収穫の成省	易の有悪	色	<b>发</b> 数石
成功	無し	色基準を満足	$\alpha_1$
		不十分	$\alpha_2$
	有り		β
失敗:茎についたまま	無し		設定無し**1
	有り		δ
失敗:落下			γ

※1 複数の果実がついた状態で茎ごと切り離しコンテナに収穫した場合についても「茎についたまま」の状態であると判断します。ただし、コンテナ内で何らかの影響によち果実が茎から分離できた場合には収穫したものと判断します。

### 補足

A) トマト棚の構造について トマト棚は図.A-1~A4に示すような構造をしています.

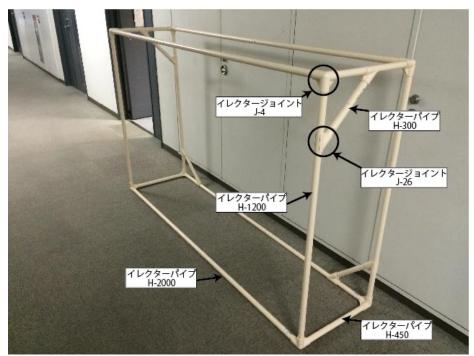


図 A-1 予選のトマト棚の外観 1

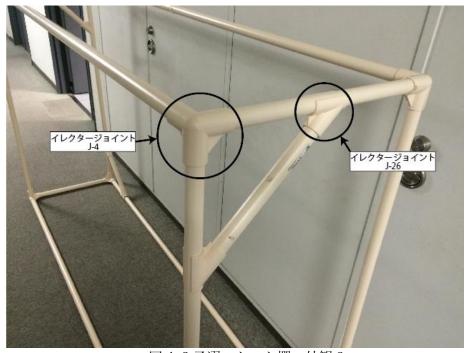


図 A-2 予選のトマト棚の外観 2

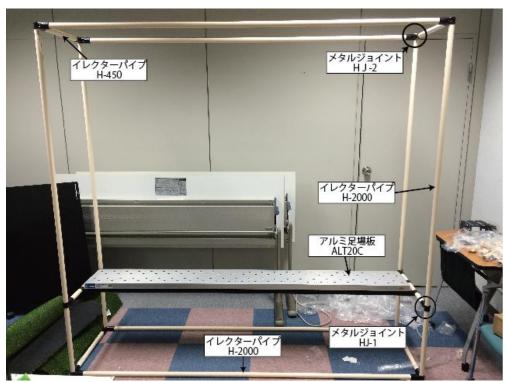


図 A-3 決勝戦のトマト棚の外観 1

表 A-1 予選用トマト棚の部品リスト

XIII						
品名	型番	価格	必要個数			
		(円)				
イレクターパイプ (2m)	H-2000	約 800	4			
イレクターパイプ (1.2m)	H-1200	約 600	4			
イレクターパイプ(0.45m)	H-450	約 200	4			
イレクターパイプ(0.3m)	H-300	約 150	4			
イレクタージョイント	J-4	約 200	8			
イレクタージョイント	J-26	約 150	8			

表 A-2 決勝戦用トマト棚のパーツリスト

	•		
品名	型番	価格	必要個数
		(円)	
イレクターパイプ (2m)	H-2000	約 800	4
イレクターパイプ (0.45m)	H-450	約 200	4
メタルジョイント HJ-2	HJ-2S	約 150	8
メタルジョイント HJ-1	HJ-1S	約 1500	8
アルミ足場板	ALT20C	約 5000	1