

第 6 回 トマトロボット競技会 2019

シニア部門 競技規則

2013 年 11 月 初稿

2018 年 10 月 10 日 改定 (5.1 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。

日時：2019 年 12 月 6 日（金）～8（日）

開催場所：北九州学術研究都市 体育館

1. 競技日程

9月27日（金） 参加登録〆切

12月6日（金） ロボット搬入・調整・プレゼンテーション

12月7日（土） 準備, 予選

12月8日（日） 予選, 決勝

2. 競技規則の変更点

昨年からのルール変更はありません。

3.競技規則

3.1 競技会用ロボットへの要求仕様

基本仕様及び推奨仕様は Table1 に示す通りです。複数台用いる場合も Table1 の仕様を各ロボットが満たすようにしてください。基本仕様の大きさはロボットのアームなどを折りたたんだ状態におけるロボットの水平投影面積のことを指します (Fig. 3)。**緊急停止ボタンはわかりやすい位置に設置してください。** また、コンテナは収穫したトマトを格納するために装備します (Fig.4)。推奨仕様も満たすことが望ましいですが、満たさずとも失格にはなりません。また、ロボットは**外部からのエネルギー供給を不可**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。レールは約 $\phi 50\text{mm}$ のパイプ (型番 : VP40) で、レールの中心間の距離は約 600mm とします。

Table 1 ロボットの基本仕様と推奨仕様

基本仕様	大きさ	W800 x D800 H:制限なし
	装備	緊急停止スイッチ
		コンテナ (W300 x D600 H:制限なし)
電源	外部からのエネルギー供給 不可	
推奨仕様	重量	50kg 以下
	モータ 1 個あたりの出力	80W 以下

3.2 収穫するトマト

収穫するトマトは1個 60~120g 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。希望者には実物を送ります(日本国内のみ)。

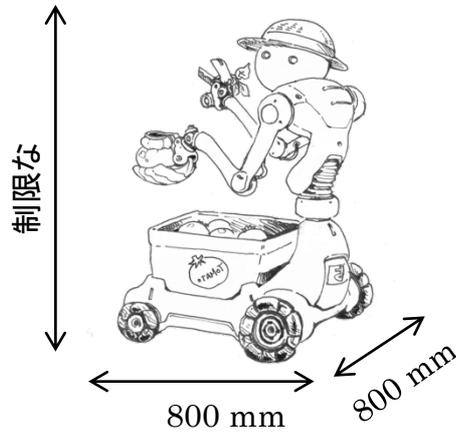


Fig. 3 ロボットの最大最小水平投影面積 (アームを格納した状態の最大投影面積)

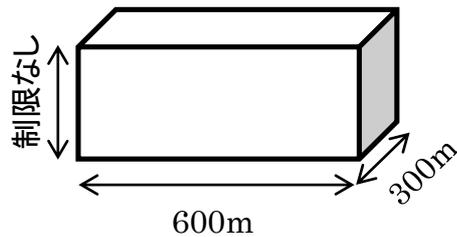


Fig. 4 ロボットに搭載するトマト格納用コンテナの最大サイズ

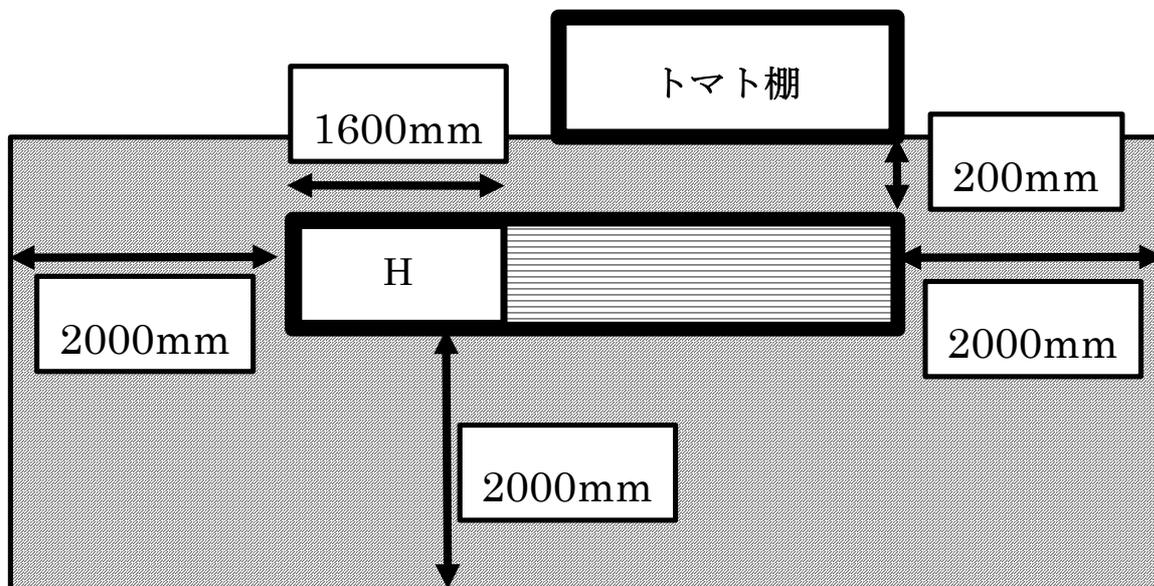
3.3 各部門の動作環境

(1)部門共通事項

- ・第一, 第二次予選ではトマト果実は競技エリア端から約 200mm 付近に設置されています。決勝戦では, 競技エリア端から約 100~400mm 付近に設置されています。
- ・トマトの果実・房は, 走行面から 800mm~1200mmの高さに配置されています。
- ・ロボットのスタート位置は Figs.5,6 のホームポジション Hです。

(2) レールスタイル部門

斜線部の領域をレールスタイルのオペレータ進入可能エリアとします。また、横縞の領域を競技エリアとします。競技エリアとはレールが設置してある場所を指します。ホームポジションはレール端から 1600mm までです。



H:ホームポジション

Fig.5 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 **3600[mm] x 3600 [mm]** の人工芝領域です。トマト棚に向かって左側(斜線部)に Fig.6, 7 のように垂直長さ100[mm]のスロープを設置します。スロープはトマト棚側が高くなります。また、スロープとフィールド端に約10[mm]~20[mm]の隙間があります。ホームポジションは800[mm] x 1600[mm]です。

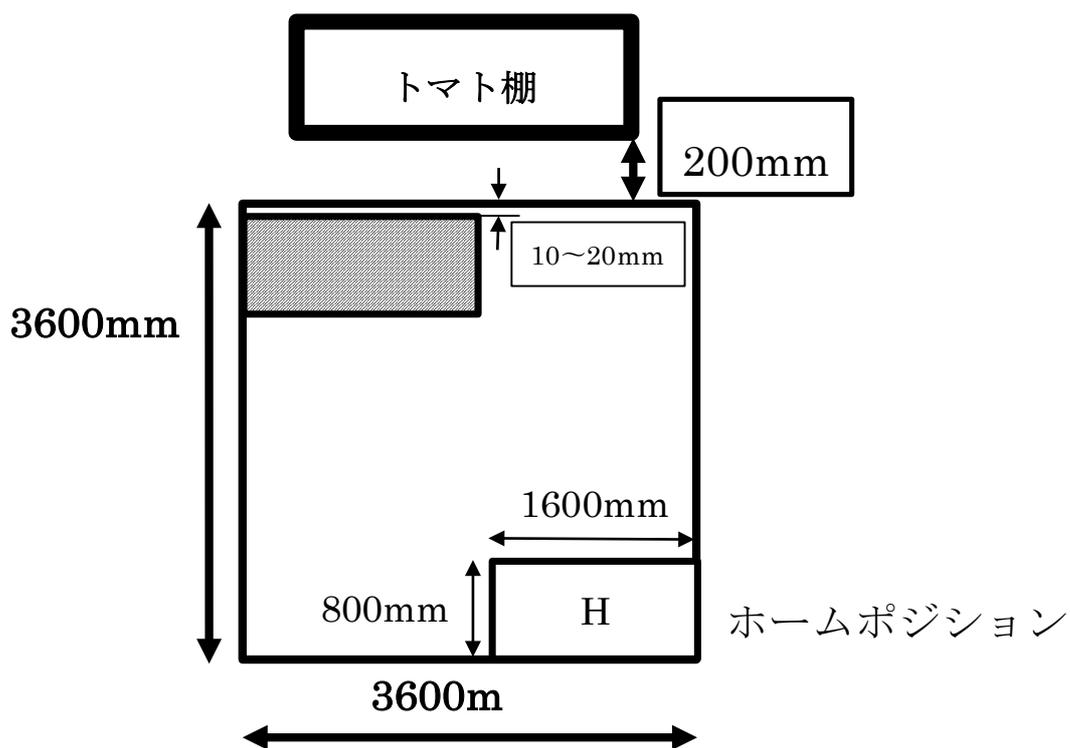


Fig.6 フリースタイルの競技エリア

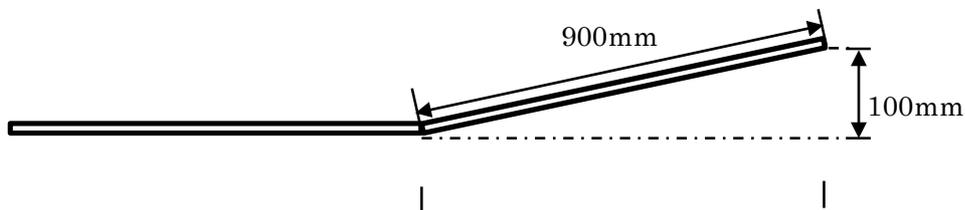


Fig.7 スロープの角度等

3.4 競技の流れ

競技は第一次予選，第二次予選，決勝戦から構成され，一回の競技時間は **10 分間**です。各チームは事前にルールスタイル部門・フリースタイル部門から部門を指定します。**第一次予選の開始前まで参加部門の変更が可能**ですが，第一次予選開始以降は部門の変更はできません。同じ部門でのクラスの変更は可能です。競技は，Table 1 の組み合わせに従い，自分たちのロボットがどのクラスで競技を行うのか審判員に申告します。ロボットは**ホームポジション H(Figs. 5, 6)からスタート**し，適切なトマトを収穫します。同一の 10 分間の競技内では何度でもリスタート*は可能です。リスタートの場合は，審判にリスタートを宣言し，ロボットをホームポジションに戻します。ただし，**それまでの得点は無効となり競技時間は継続します**。チームメンバーがロボットに直接触れた場合は，リスタート，或いは，競技中止を選択することになります。同一の部門内であれば，リスタート時にクラス番号を変更することも可能ですが，変更する場合はどのクラス番号でロボットを動かすのか審判員に申告してください。複数台動作させる場合は一台でもリスタートの対象となった場合，全てのロボットをホームポジションに戻してください。

オペレータ進入可能エリア内にはオペレータやケーブルを持つメンバーなど**ロボットの運用に関わる必要最低限メンバーのみ**入ることを許可します

※リスタート：ホームポジションからの再動作

- ・人間がロボットにふれた場合
- ・ロボットの制御に関わるソフト（OS，制御プログラム，画像処理プログラムなどすべてのソフト）を手動で再起動する場合
- ・リスタートは自己申告制とします。

3.5 競技の詳細

トマトの収穫は、トマト果実がコンテナに入った時点で収穫完了とみなします。ただし、第一次予選ではトマトに接触した時点で収穫とします。また、トマトは1個ずつ収穫することものとし、房ごと収穫し、その後、果実に分けることも可能です。ただし、未成熟のトマト果実が含まれていた場合は、減点されます。また、房ごと収穫した場合、果実に分けられていないものは、落としたものとして計算します。

第一次予選：果実を一個収穫

ロボットの基本性能を確認するため、第一次予選では1つずつ吊り下げられたトマト果実を収穫します。

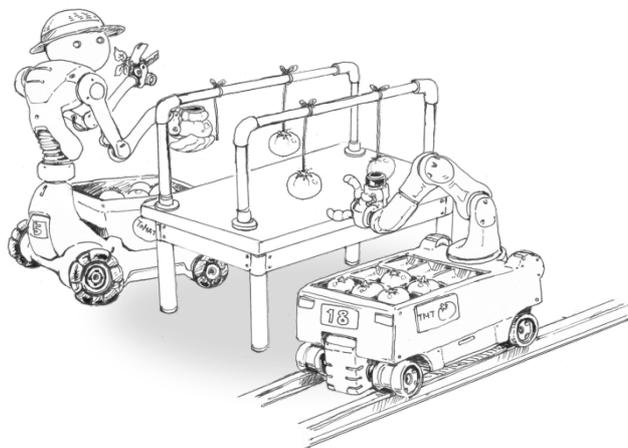


Fig. 8 第一次予選の様子

第二次予選：トマト房から果実を収穫する。

第二次予選ではトマトは房の状態で配置されています。そこから基準トマト果実より赤が濃いトマト果実を収穫し一個ずつコンテナに格納して収穫完了です。

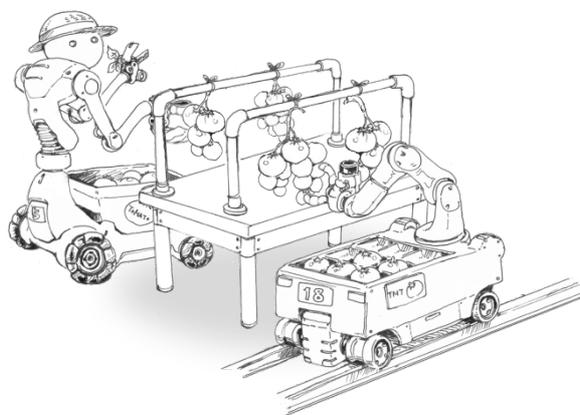


Fig. 9 第二次予選の様子

決勝戦：トマトの植物体から果実を収穫する。

第二次予選の上位のチームからトマト棚の選択を行い，Fig. 10 のようにトマト農園で生育された植物体としてのトマトから果実を収穫します．トマトは以下の条件で設置してあります．

- ・ トマト果実は競技エリア端から約 200mm 付近に存在．
- ・ トマト果実は走行面から 800mm～1200mm の高さに存在．

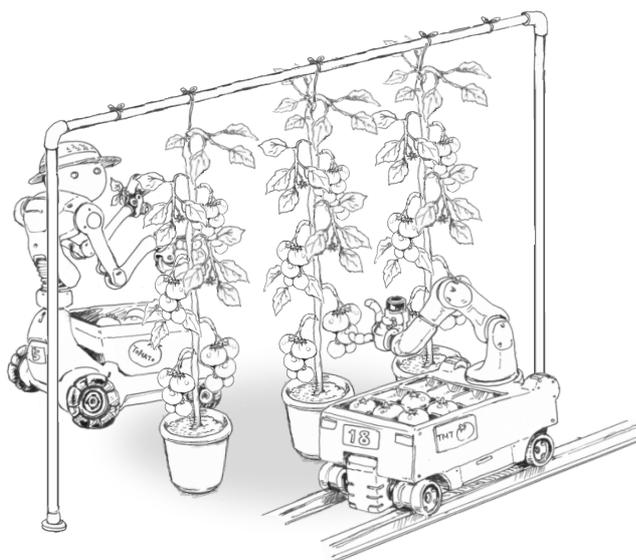


Fig. 10 決勝戦の様子

4.予選及び決勝戦の採点方法

第一次予選では1つでもトマト果実を収穫できれば第二次予選に進出できます。第二次予選以降は、収穫したトマト果実の「個数」「状態」「色」から Eq.1 に基づいて採点します。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。

$$\text{最終得点 } P = \frac{\alpha}{\alpha + \beta + \gamma + \delta} C(2\alpha + \beta) - 2(\gamma + \delta) - \varepsilon \quad (1)$$

C:選択クラスによる倍率 (Table2 参照)

α : 収穫したトマトの数 (無傷・指定した色) β : 収穫したが傷のついたトマトの数

γ : 落としたトマトの数 δ : 未収穫で傷つけたトマトの数

ε : トマト茎に傷つけた (決勝のみ・傷つけた場合に5点減点)

また、トマト茎に傷をつけた場合、箇所の数によらず5点減点とします。第二次予選の最終得点順に各部門 上位 5 チームが決勝戦に進出となります。 最終得点と同じ場合は クラス番号が大きい方を優先します(T6 >> T1)。さらに、クラス番号が同じ場合は、ロボットの重量を比較し、軽いロボットのチームを優先します。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。

Table 2 部門・ロボットの操作によるクラス番号

部門	レールスタイル (x1)			フリースタイル (x2)		
	人間		ロボットの自律行動 (x8)	人間		ロボットの自律行動 (係数: 8)
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)			トマトを直接見ながら操縦 (x1)	
クラス番号	T1	T3	T5	T2	T4	T6
C	1	2	8	2	4	16

補足

A) トマト棚の構造について

トマト棚は Fig.A-1～A4 に示すような構造をしています。

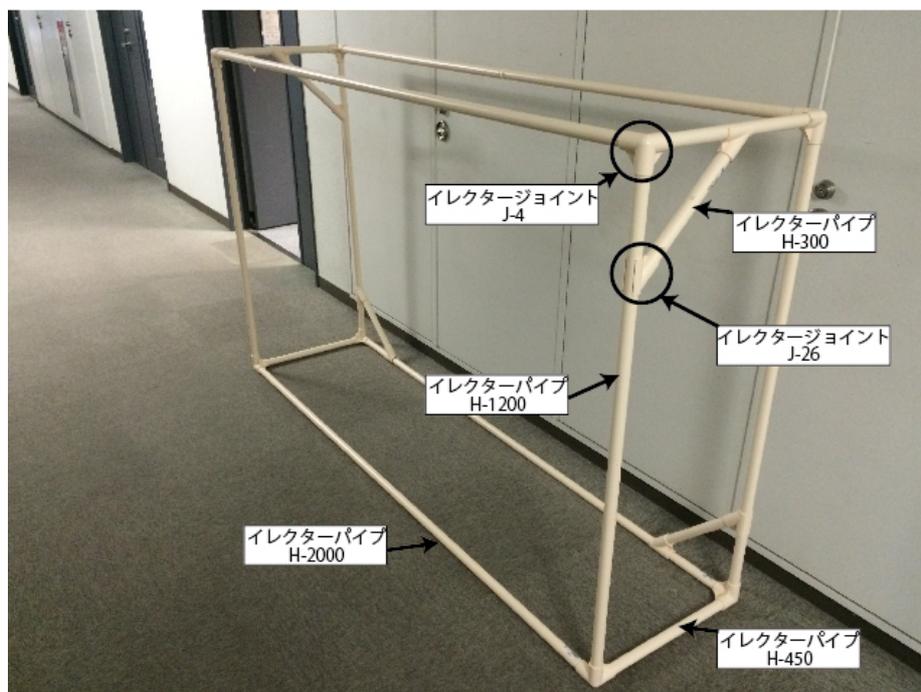


Fig.A-1 第一次，第二次予選のトマト棚の外観 1

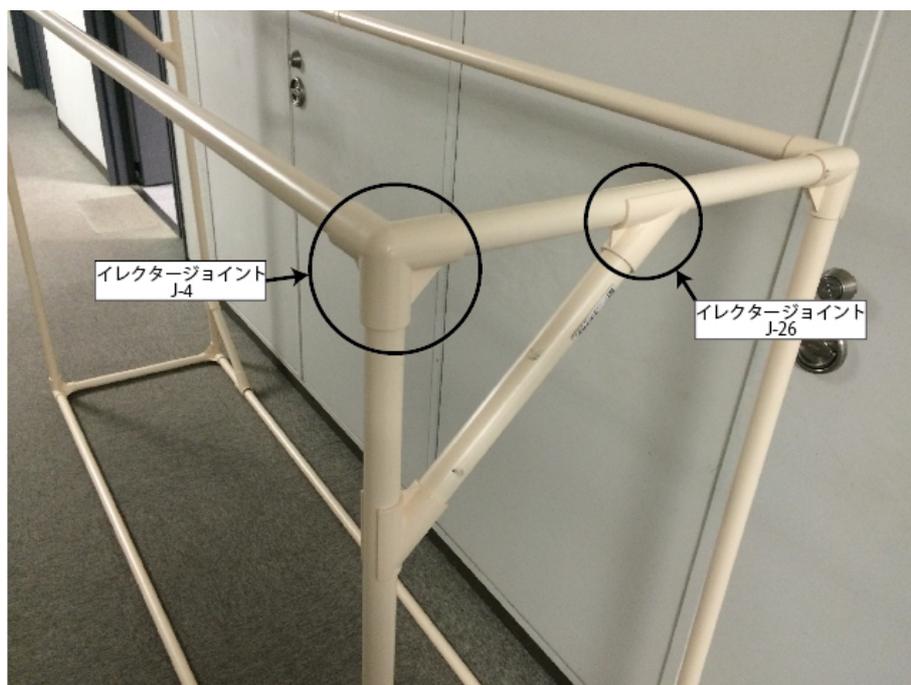


Fig.A-2 第一次，第二次予選のトマト棚の外観 2

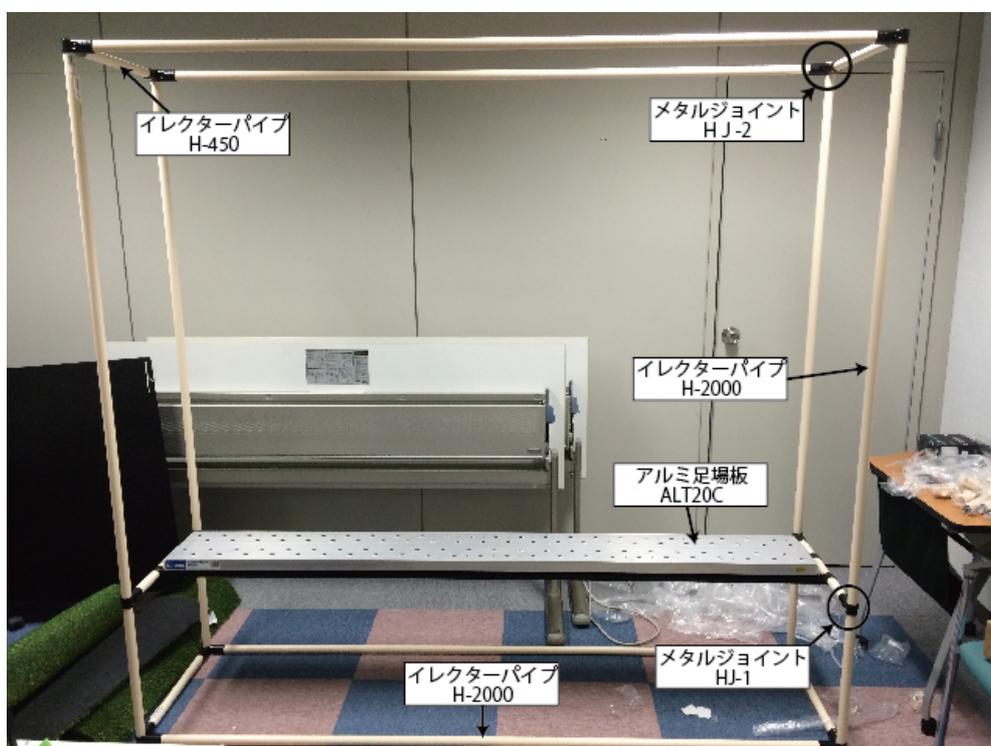


Fig.A-3 決勝戦のトマト棚の外観 1

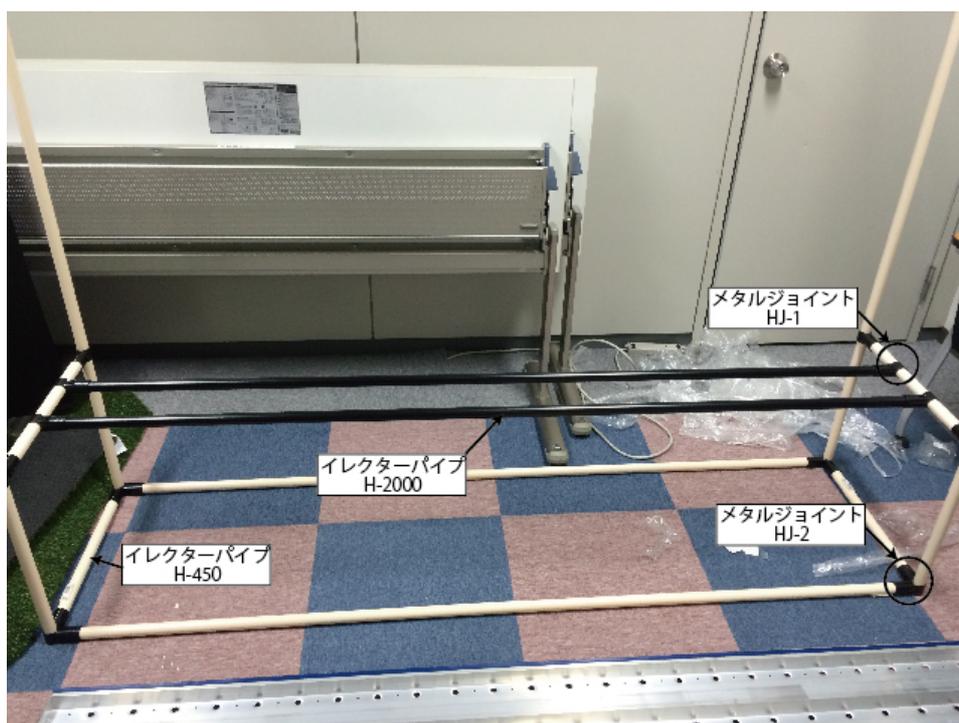


Fig.A-4 決勝戦のトマト棚の外観 1

Table A-1 第一次，第二次予選用トマト棚の部品リスト

品名	型番	参考 価格 (円)	必要個数	購入先
イレクターパイプ (2m)	H-2000	約 800	4	ホームセンター ナフコ
イレクターパイプ (1.2m)	H-1200	約 600	4	ホームセンター ナフコ
イレクターパイプ (0.45m)	H-450	約 200	4	ホームセンター ナフコ
イレクターパイプ (0.3m)	H-300	約 150	4	ホームセンター ナフコ
イレクタージョイント	J-4	約 200	8	ホームセンター ナフコ
イレクタージョイント	J-26	約 150	8	ホームセンター ナフコ

Table A-2 決勝戦用トマト棚のパーツリスト

品名	型番	価格 (円)	必要個数	購入先
イレクターパイプ (2m)	H-2000	約 800	4	ホームセンター ナフコ
イレクターパイプ (0.45m)	H-450	約 200	4	ホームセンター ナフコ
メタルジョイント HJ-2 2個入り	HJ-2S	約 150	4	ホームセンター ナフコ
メタルジョイント HJ-1 4個入り	HJ-1S	約 1500	2	ホームセンター ナフコ
アルミ足場板	ALT20C	約 5000	1	ホームセンター ナフコ