

# World Robot Summit 2020 ものづくりカテゴリー 「タスクボード競技」の競技結果および分析

○柴田 瑞穂 (近畿大学), 土橋 宏規 (和歌山大学),  
植村 渉 (龍谷大学), 横小路 泰義 (神戸大学)

## Summary of “Task-board task” in the Industrial Robotics Category, World Robot Summit 2020

○ Mizuho SHIBATA (Kindai Univ.), Hiroki DOBASHI (Wakayama Univ.),  
Wataru UEMURA (Ryukoku Univ.), and Yasuyoshi YOKOKOHJI (Kobe Univ.)

Abstract : This manuscript summarizes the task-board task competition in the Industrial Robotics Category, World Robot Summit (WRS) 2020. The task board was developed to evaluate the performances of robot systems in elemental tasks for assembling a belt drive unit. In comparison with the WRS 2018, the correlation of the scores of the task-board task and assembly task competitions was strengthened.

### 1. 緒言

World Robot Summit (WRS) ものづくりカテゴリーでは、ロボットシステムによる「迅速な一品ものづくり」の実現を促進するために、ベルトドライブユニットを組立対象としたアセンブリ競技を実施している [1]. また、アセンブリ競技の前段階として、競技会の Day 1 に、タスクボード競技を実施している [2, 3]. タスクボードは部品とその部品を組み付ける板から構成され、組立作業を行うロボットシステムの能力のベンチマークとして開発されてきた [4]. WRS のタスクボードは、ベルトドライブユニットの組立に必要な要素作業を抽出している。タスクボードを適切に設計することで、特定の製品を組み立てるロボットシステムを開発する際のマイルストーンとしての利用が期待される [5]. 本報告では、WRS 2020 (2021 年 9 月開催) のタスクボード競技の結果および分析を通して、競技の妥当性を評価する。

### 2. WRS 2020 のタスクボード競技

WRS 2020 で使用したタスクボード (Fig. 1) は、WRS 2018 で得た知見に基づき、「部品の組立方向をメインプレートに対して水平方向にする」、「アセンブリ競技と使用する部品を共通化する」、「ボードの素材を金属 (A5052) にする」、「表面処理として白アルマイト加工を施す」等の仕様を取り込んだ。作業は、「フランジの挿入・締結」、「丸ベルトの配置」、「止めねじ (M3) の締結」、「シャフトの挿入」、「アイドラプーリーの締結」、「六角ボルト (M3) の締結」、「六角ボルト (M4) の締結」、「プーリーの挿入」の 8 個から構成されており、ベルトドライブユニットの組立

作業に必要な、ペグインホール、ねじの締結、微細部品・柔軟部品の操作、双腕を必要とする締結が盛り込まれている。正式な仕様に関しては、ルール [6] を参照されたい。

得点は、完成した部品数に応じて加点する。部品が完全に組付けられた場合、「フランジの挿入・締結」、「丸ベルトの配置」、「止めねじ (M3) の締結」、「シャフトの挿入」、「アイドラプーリーの締結」は 14 点が、「六角ボルト (M3) の締結」、「六角ボルト (M4) の締結」、「プーリーの挿入」は 10 点が、それぞれ加算される。したがって、すべての部品の組み付けが成功した場合、合計点は 100 点となる。1 回の競技時間は 30 min. である (準備時間 10 min., 作業時間 20 min.)。すべての部品の組み付けが成功した場合、残りの競技時間に応じて、タイムボーナスが加点される。このタイムボーナスは、競技の残り時間 20s ごとに 1 点加点し、最大 50 点とする。競技は 2 回実施し、得点の高い方がタスクボード競技の得点となる。

### 3. 競技結果および分析

Table 1 にタスクボード競技の結果を示す。WRS 2020 のタスクボード競技に参加した 7 チームの最高点 (タイムボーナス含む) は 120 点、最低点は 0 点、平均点は 54.7 点、標準偏差は 51.2 点であった。本タスクボードの作業をすべて達成したチームは 2 チームであり、両チームとも作業時間は 13 min. 程度であった (1 位のチームと 2 位のチームで 20s の差があった)。一部のチームはロボットシステムのセットアップ自体が成功していなかったため、得点を得ることができなかった。しかしながら、点数は適度にばらつき、本タスクボードは各チームのロボットシステムの性能評価として機能している。

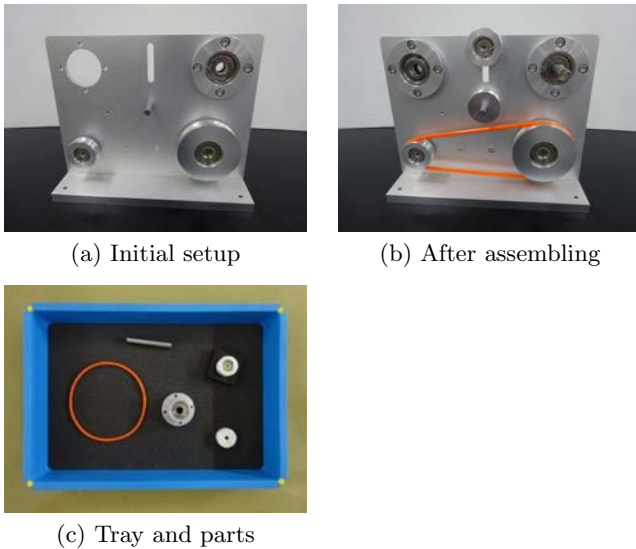


Fig. 1: Task board used in the WRS 2020

Table 1: Results of the task-board task in the WRS 2020

Team	Points		
	Try 1	Try 2	MAX
Team ROBO-SUPPO plus	86	120	120
O2AC	62	119	119
Garage Robotics	86	72	86
JAKS	52	58	58
FA.COM @ Team Cross FA	0	0	0
PneuBot	0	0	0
RPDC Robotics	0	0	0

Table 2 にアセンブリ競技の結果（書面審査の点数を除く）を示す。アセンブリ競技に参加した 6 チームに絞ってアセンブリ競技で獲得した点と本競技で獲得した点の相関係数を計算した。その結果、ノーマル製品のみのアセンブリ競技（Day 2）との相関係数は 0.44、サプライズ製品を含むアセンブリ競技（Day 3）との相関係数は 0.64 であった。WRS 2018 におけるタスクボード競技の点数とアセンブリ競技の点数との相関係数は 0.32 [3] であったことから、本タスクボードは、ベルトドライブユニットを製作するロボットシステムを開発する際のマイルストーンの一つとして、ある程度機能したと言える。

#### 4. 結言

本報告では、World Robot Summit 2020 のタスクボード競技の結果およびアセンブリ競技との点数の相関係数を示した。その結果、WRS 2018 と比べて相関係数は高くなった。WRS 2018 から仕様を変更したことにより、本タスクボードは、ベルトドライブユニットを製作するロボッ

Table 2: Results (excluding the evaluation of technical documents) of the assembly task in the WRS 2020

Team	Day 2	Day 3
Team ROBO-SUPPO plus	8	74
O2AC	3	6
Garage Robotics	23	30
JAKS	6	3
FA.COM @ Team Cross FA	1	0
PneuBot	0	0

トシステムを開発する際のマイルストーンの一つとして、ある程度機能したと言える。本報告では、主としてスコアシートに基づいて分析を行った。今後、競技中のロボットシステムの撮影動画を利用し、それぞれの部品にかかる作業時間、工具・治具の使用の有無など、構築したロボットシステムの特徴を考慮した分析を進める予定である。

#### 謝辞

本研究の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務の結果得られたものである。

#### 参考文献

- [1] Industrial Robotics Category Assembly Challenge Rules and Regulations 2018; [https://worldrobotsummit.org/download/rulebook-en/rulebook-Assembly\\_Challenge.pdf](https://worldrobotsummit.org/download/rulebook-en/rulebook-Assembly_Challenge.pdf) (Accessed October 27, 2021)
- [2] Y. Yokokohji, Y. Kawai, M. Shibata, Y. Aiyama, S. Kotosaka, W. Uemura, A. Noda, H. Dobashi, T. Sakaguchi, and K. Yokoi: “Assembly Challenge: a robot competition of the Industrial Robotics Category, World Robot Summit - summary of the pre-competition in 2018.” *Advanced Robotics*, Vol. 33, Issue 17, pp. 876-899 (2019)
- [3] M. Shibata, H. Dobashi, W. Uemura, S. Kotosaka, Y. Aiyama, T. Sakaguchi, Y. Kawai, A. Noda, K. Yokoi, and Y. Yokokohji: “Task-board task for assembling a belt drive unit.” *Advanced Robotics*, Vol. 34, Issue 7-8, pp. 454-476 (2020)
- [4] J. Falco, K. Kimble, K. V. Wyk, E. Messina, Y. Sun, M. Shibata, W. Uemura, and Y. Yokokohji: “Benchmarking Protocols for Evaluating Small Parts Robotic Assembly Systems,” *IEEE Robotics and Automation Letters*, Vol. 5, Issue 2, pp. 883-889 (2020)
- [5] 柴田瑞穂, 土橋宏規, 植村渉, 横小路泰義: “WRS2018 競技用タスクボードを用いた複数ロボットアームによる組立作業の分析,” システム制御情報学会論文誌, Vol.34, No. 4, pp.98-106 (2021)
- [6] Industrial Robotics Category Assembly Challenge Rules and Regulations 2020; [https://wrs.nedo.go.jp/wrs2020/challenge/download/Rules/DetailedRules\\_Assembly\\_EN.pdf](https://wrs.nedo.go.jp/wrs2020/challenge/download/Rules/DetailedRules_Assembly_EN.pdf) (Accessed October 27, 2021)