

陸上競技投てき種目用具運搬支援ロボットの開発

旭川工業高等専門学校 ○後藤孝行 石向桂一 中辻航陽

要 旨

陸上競技の投てき種目において、投てき距離が長い種目である「円盤投げ」、「やり投げ」、「ハンマー投げ」では、競技審判補助員が投てきされた用具を手を抱えてあるいは引きずりながら、投てき用具着地地点から競技者のもとへ運搬していることから、用具運搬業務の労力軽減と競技時の安全性向上のために、投てき用具を迅速に運搬できる支援ロボットを開発し、実際の競技会等での取り組みと支援ロボットの性能について示す。

1. 緒 言

陸上競技の投てき種目には、円盤投げ、ハンマー投げおよびやり投げがあり、競技者が投てきした投てき用具は、公式審判員により着地地点を確認されたのち、競技補助員により着地地点から選手が投てきする場所まで戻されている。

表1-1は投てき用具の規定である¹⁾。U20およびU18では、投てき用具の重量が少なくなるものもある。投てき用具は、ハンマーのように重量があるもの、やりのように長さがあるものであり、競技補助員は炎天下あるいは雨天などの各種天候において競技者の投てきの回数だけ投てき用具を持って移動する労力は大きい。また、競技補助員は投てき用具との接触が無いように常に安全を保ちながら競技会を進行している。

オリンピックでの陸上競技や世界陸上等の国際大会レベルでは、「陸上競技投てき種目用具運搬支援ロボット（以下、支援ロボット）」が導入されている。しかし、支援ロボットは高価であることから、各地区で行われる記録会や小規模な大会では導入されていないのが現状である。

そこで、本研究では、様々な規模の競技会で利用できるようにメンテナンスが容易であり、操作性に優れかつ迅速に投てき種目の用具を運搬できる支援ロボットの開発を目的とする。本報では、支援ロボットの仕様、実際の競技会での走行実験の状況とその考察について示す。

2. 支援ロボットの仕様

図2-1は支援ロボットのベースマシンの全景である。

表2-1は支援ロボットのベースマシンの基本仕様である。支援ロボットのベースとなっている車体は、バギー型ラジコン「hpi・racing Baja 5B Flux」である²⁾。この車体は、高出力モータを搭載しており、最高速度は96 [km/h] に達する走行が可能である。支援ロボットには、車体の前部に安全対策としてのバンパー、競技場の芝の飛散を避けるために各車輪部にマッドガード等を設置した。

図2-2は各投てき種目に用いるアタッチメントである。(a)は円盤用、(b)はハンマー用および(c)はやり用である。各アタッチメントは、各投てき種目の用具をそれぞれ最大3個まで搭載できるように製作した。これらのアタッチメントは、支援ロボット本体の中央部に準備したフレームに付け替えることで、各投てき種目の用具の運搬支援が行える。本アタッチメントは、一度に最大3個まで運搬できることから、運搬の

往復回数を少なくすることが可能である。

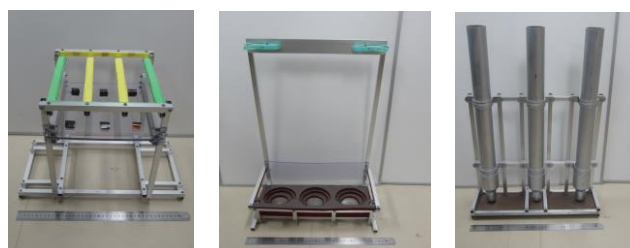
図2-3は支援ロボットに搭載したサイクルコンピュータ（CATEYE Velo7 CC-VL520（以下、サイコン））である。(a)は後輪のホイール内側に取り付けたマグネットと回転を感知するセンサである。マグネットがセンサの近くを通過することにより非接触で回転数を計測でき



図2-1 支援ロボットのベースマシンの全景

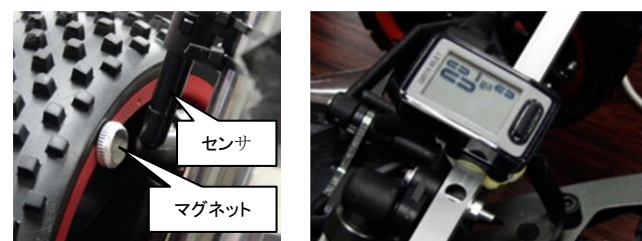
表2-1 支援ロボットのベースマシンの基本仕様

項目	内容
外形寸法 [W]×[D] [mm]	570×900
重量 [kg]	9.7
駆動用モータ	Neu-castle 2028-780Kv
バッテリー	Li-po (14.8 [V],5100 [mAh])
ステアリングサーボ	SFL-11MG (防水型)
プロポシステム	MX-V(SANWA 製) 2.4GHz



(a) 円盤用 (b) ハンマー用 (c) やり用

図2-2 各投てき種目に用いるアタッチメント



(a) 回転感知センサ (b) 計測結果表示 LCD

図2-3 サイクルコンピュータ

表1-1 投てき用具の規定（一般の場合）

種目	規定項目	男子	女子
円盤	重量 [kg]	2.0	1.0
	直径 [mm]	219~221	180~182
ハンマー	重量 [kg]	7.26	4.0
	長さ [m]	1.215	1.195
やり	重量 [g]	800	600
	長さ [m]	2.6~2.7	2.2~2.3

る。(b)は計測結果を表示するLCDである。モードを切り替えることで、最高速度、平均速度、駆動時間、走行距離等の情報が得られる。

3. 走行実験の結果および考察

表3-1は走行実験日および大会名である。それぞれの大会において、円盤投げあるいはハンマー投げあるいはやり投げあるいはこれらを組み合わせた投てき種目が実施されることから、用具を運搬する支援を行い、支援ロボットの走行データをサイコンで読み取った。各選手は各投てき種目において、練習で2投、予選ラウンドで3投を投てきし、予選ラウンドの上位8名による決勝ラウンドでさらに3投を投てきして、すべての投てきの中で最長飛距離の結果が各選手の記録となり、上位3名が参加大会での表彰の対象となる。

図3-1は4月29日の大会における走行データの結果である。参加選手数は、男子ハンマー3名、男子やり18名、女子円盤8名、女子やり13名、男子円盤10名であった。支援ロボットが1[km]走行するのに費やしたバッテリー消費量 [%] の関係である。バッテリー消費量は、「LiPo バッテリーチェッカー&バランスー」(Hitec 製, #44173) で示されたバッテリー残量 [%] を読み取った。男子ハンマーの運搬支援は、支援ロボットの操縦に慣れていない者が行った。その結果、約9.68 [%/km] であった。女子円盤の運搬支援は、簡単な操縦方法を教わっただけの者が、この日初めて行った。その結果、約14.62 [%/km] であった。種目の違いで支援ロボットの走行軌跡が異なるものの、バッテリー消費量に大きな違いが生じた。男子やりの運搬支援は、操縦経験の違う2名が交互に操縦を行った結果、バッテリー消費量は男子ハンマーと女子円盤の中間値の約12.09 [%/km] であった。操縦に慣れていない操縦者が、これまでの操縦経験を踏まえ、運搬支援時の走行の注意点に気を付けて操縦したところ、女子やりの約7.69 [%/km] および男子円盤の約7.78 [%/km] となった。この結果から、操縦に慣れていない操縦者は、操縦に慣れていない操縦者の操縦方法を知ることおよび実際に操縦を経験することで、バッテリー消費量が少ない走行が可能になる。この結果は、事前に充電して準備したバッテリーを1台の支援ロボットで効率的に運搬支援ができることになる。

図3-2は支援ロボットに搭載した小型カメラ「GoPro Hero7 Black」(以下、GoPro)である³⁾。GoProは、手ブレ防止機能、GPS機能を有し、耐久性と防水性があり、小型(本体サイズW62.3×H44.9×D33.0[mm]、重量116[g])であるが、高画質の映像(動画、写真)が記録できるカメラである。GoProで撮影した動画は、PCで再生や動画編集等が可能な「GoPro Quik」にインポートできる

図3-3はGoPro Quikでの動画表示例である。「ゲージの調整」において、「GPSパス」をONにすると画面左上のようにGoProの移動軌跡つまり支援ロボットの走行軌跡が表示でき、「スピードメーター」をONにすると画面左下のようにアナログメーターが表示でき、「スピードトラッカー」をONにすると画面右下のように速度がグラフ(横軸:時間、縦軸:速度)表示される。GoProにおける速度の単位は[MPH](マイル/時)である。男子やりの運搬支援の場合、サイコンでの最高速度は15.5[km/h]であり、GoPro Quikのスピードメーター読みでは約8.2[MPH]つまり13.2[km/h]であり、近い値であった。サイコンでの最高速度の記録は、運搬支援時のある一瞬の速度であるが、GoProで「GPSパス」および「スピードトラッカー」が取得できると、操縦者のアクセル操作状況および運搬支援走行軌跡の見える化に繋がる。

表3-1 走行実験日および大会名

	年月日(曜日)	大会名
1	2022年4月29日(金)	道北記録会第1戦 兼北海道陸上競技選手権道北予選
2	2022年5月7日(土)	第31回道北春季陸上競技選手権大会
3	2022年5月19-21日 (木~土)	第75回 高体連旭川支部陸上競技選手権大会

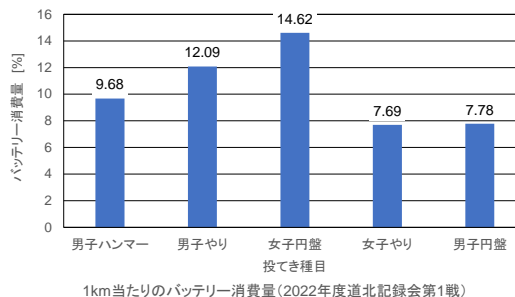


図3-1 走行データの結果



図3-2 GoPro Hero7 Black



図3-3 GoPro Quikでの動画表示例(男子やり)

4. 結 言

本研究では、陸上競技投てき種目用具運搬支援ロボットの開発を行い、実際の競技会での走行実験を行ったところ、操縦者の違いによりバッテリー消費量に差が生じた。また、小型カメラで撮影した動画により、運搬支援時の走行状況が確認できた。

今後の課題は、運搬支援時の走行動画から走行データの抽出を行い、バッテリー消費量を少なくできる操縦支援情報を操縦者に提供できるようにすることである。

謝 辞

本研究では、道北陸上競技協会および旭川市花咲スポーツ公園陸上競技場のご支援に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 日本陸上競技連盟公式サイト：
<https://www.jaaf.or.jp/guide/rule/> (2022年7月29日参照)
- 2) hpi・racing Baja5B FLUX：取扱説明書
- 3) 取扱説明書 GoPro ゴープロ | 日本総代理店タジマモーターコーポレーション：
https://www.tajima-motor.com/gopro/manual/download/38836488_HERO7Black_UM_JP_REVB_master.pdf (2022年7月29日参照)