

平成 30 年 5 月 15 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01555

研究課題名(和文) 柔軟多指ハンドを持つ高性能アッパーリム式ピッチングマシンの開発

研究課題名(英文) Development of high performance upper rim type pitching machine with flexible multi-fingered hand

研究代表者

酒井 忍 (SAKAI, SHINOBU)

金沢大学・機械工学系・助教

研究者番号：80196039

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、実投手の投球動作を再現し得る野球用改良型アーム式ピッチングマシンおよびソフトボール用ウインドミル式ピッチングマシンを研究開発した。  
改良型アーム式ピッチングマシンは、ハンドの開閉時間を調節することにより、ボールの球速とスピン数を任意に制御することが可能である。他方、ソフトボールマシンは、実投手と同様のウインドミル投法が可能であり、球速を可変可能で、投球精度も高く実用性のあるマシンである。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed an improved arm type pitching machine for baseball and a windmill type pitching machine for softball that can reproduce the pitching motion of a real pitcher. The improved arm type baseball pitching machine can arbitrarily control the ball speed and spin rate by adjusting the opening and closing time of the hand. On the other hand, the softball machine is a practical machine which can be windmill pitch same as real pitcher. The machine is also variable ball speed and high pitching accuracy.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：スポーツ用具 野球 ソフトボール 投球機 ハンド

### 1. 研究開始当初の背景

現在の野球やソフトボール競技において打者の打撃技術向上には、投手の代わりとなる投球機（ピッチングマシン）が必要不可欠である。申請者は、世界で初めてニューラルネットワークを搭載した三ローラ式ピッチングマシンの開発に成功した。

本マシンの利用者からは、球速、球種、投球精度は一流投手以上との高評価を得ているものの、打撃のタイミングが取り難いとの指摘がある。これはローラ式やエア式の最大の欠点であり、打者は投球後のボールだけでなく、投手の投球動作による視覚情報からも打撃時のタイミングを計ってからである。

そこで、投手の投球動作を模倣したこれまでのアーム式をさらに進化させたピッチングマシンを考案する。本マシンは、人間の皮膚触感を有するハンドを有し、ボールの縫い目に合わせてボールを握り、リリースできることが最大の特徴である。また投球動作は、上肢すなわち肩、上腕、前腕、手を含めた各投手独特の投球フォームを再現して投球する。本マシンの開発が実現すれば、青少年からプロ野球まで数多くの野球およびソフトボール選手等の打撃技術の向上に役立つ。さらには柔軟かつ表面に凹凸のある複雑形状の物体を高速で把持するロボットハンド技術や高速搬送技術等にも広く応用できると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、実投手の投球動作を再現し得る野球用改良型アーム式ピッチングマシンおよびソフトボール用ウインドミル式ピッチングマシンを開発することである。開発する両マシンは、個性豊かな実投手の独特な投球フォームと全く同じ投球動作で投球をすること、ボールを握るハンド部は、ヒトの皮膚触感を持つ指を有し、野球ボールやソフトボールの縫い目や卓球ボールの強度に適合した握りを実現することを可能にする。また、柔軟ハンドのリリースのタイミングを変化させて、希望するボールの球種やスピンを制御可能な実用的なマシンの開発を行う。

### 3. 研究の方法

#### (1) 改良型アーム式ピッチングマシンの開発

現状のアーム式マシンは、投手の上腕の回旋動作のみでボールを投球するため、ボールのスピンを制御できず、実投手とは異なるボールとなっていた。本研究では、個性のある実投手の多様な投球フォームで投球できるピッチングマシンを開発する。柔軟多指ハンドと各関節動作を投球動作に含めることによって、スピンのある実投手の投球ボールを忠実に再現できる。なお、開発するマシンは、投球動作が実投手と全く同じであり、打者は打撃時のタイミングを確実にとることが可能である。

#### (2) ウインドミル投球が可能なソフトボール

### 用ピッチングマシンの開発

ソフトボールの投手は、腕を1回転以上させてから投球するウインドミル投法が一般的である。把持機能を有する柔軟多指ハンドを用いてリリースのタイミングを調整することにより、ウインドミル投球が実現できる。未だ誰も製作していないウインドミル投球式ピッチングマシンを開発する。

### 4. 研究成果

#### (1) 改良型アーム式ピッチングマシンの開発

図1に改良型アーム式ピッチングマシンを示す。本マシンは、ハンドの開閉時間を調整することができるため、ボールのスピンを制御することが可能である。

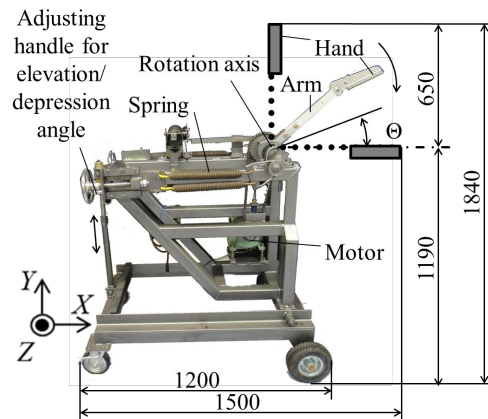


図1 改良型アーム式ピッチングマシン

ハンド長さ 100mm における本マシンの投球時の 10ms ごとのストロボ画像を図2示す。これより、ハンドがリリース時までボールを把持し、その後リリースポイントでボールをリリースしていることがわかる。なお、ここでは示していないが、リリースポイントを変えることにより、投球されるボールのスピンを可変できることが明らかになった。

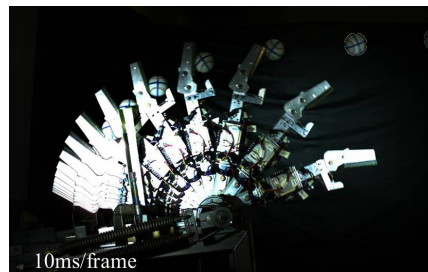


図2 ボール投球時の様子 (ハンド 100mm)

#### (2) ソフトボール用ウインドミル式ピッチングマシンの開発

開発したウインドミル式ソフトボールマシンを図3に示す。指の開閉にはリンク機構を用い、サーボモータによって駆動する指を設計、製作した。サーボモータの回転がリン



図3 ウィンドミル式ソフトボールマシン

クを介して指を開閉し、ボールの把持とリリースを行うことができる。なお、サーボモータはマシン本体に取り付けた二つのセンサにより ON/OFF 制御を行っている。

本マシンを用いて 10 球の投球実験を行った。投球時の一例として、10ms ごとのストロボ画像を図 4 に示す。このときボールの球速  $V$ 、投球角度  $\theta$  は、それぞれ  $V=77.2 \pm 1.16 \text{ km/h}$ 、 $\theta=19.7 \pm 2.05^\circ$  であり、両者ともばらつきが小さいことがわかった。

開発したソフトボールマシンの投球精度を測定した。バネの伸びを投球実験と同様に 100 mm とし、全 10 球を投球した。縦 1400 mm、横 840 mm の的に向かって投球し、ボールが到達した位置を 10 mm 単位で計測した。なお、的までの距離は 11 m である。

縦方向  $Y$  および横方向  $Z$  の標準偏差を図 5 に示す。縦方向には約 450 mm、横方向には約 50 mm (ボール半個分) のばらつきが生じた。縦方向にばらついた要因は、ボールのリリースポイントがややばらついたことが主な原因であると予測される。一方、横方向は、

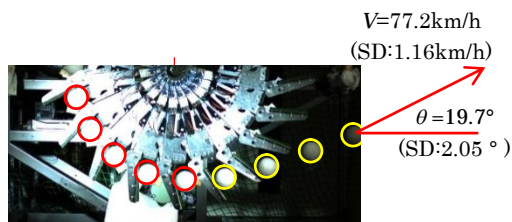


図4 ソフトボールマシンによる投球の様子

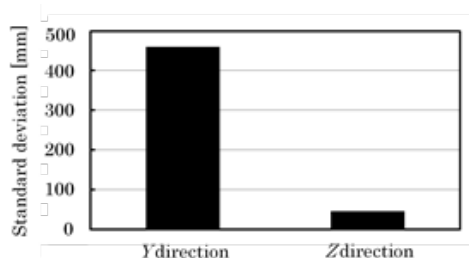


図5 ソフトボールマシンによる投球の様子

ばらつきがほとんど生じないことが明らかとなった。

以上より、開発したソフトボール用ウィンドミル式ピッチングマシンは、縦方向の投球精度はやや悪いものの、打撃練習用として、実用性があるマシンであると言える。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

酒井 忍, 北出侑也, 日本機械学会論文集, 査読有, Vol.83, No.856, p.17-00225, (2017). DOI: <https://doi.org/10.1299/transjsme.17-00225>

〔学会発表〕(計12件)

才木裕貴, 酒井 忍, スピン制御型アーム式ピッチングマシンの開発, 日本機械学会北陸信越支部第 53 期総会・講演会, No.502, (2016.3.10), 信州大学, 長野市.  
北出侑也, 酒井 忍, 伊藤謙太, 四ローラ式卓球マシンによるボールの飛翔に関する研究, 日本機械学会北陸信越支部第 53 期総会・講演会, No.501, (2016.3.10), 信州大学, 長野市.

才木裕貴, 酒井 忍, 西嶋仁志, 軟式野球用バットの研究, 日本設計工学会北陸支部 平成 28 年度研究発表講演会論文集, No.201, pp.27-28, (2016.6.25), 福井大学, 福井市.

北出侑也, 酒井 忍, 伊藤謙太, 四ローラ式卓球マシンの開発とサーブのバウンド挙動に関する研究, 日本機械学会 スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2016 講演論文集, B-36, (2016.11.10), 山形テルサ, 山形市.

北出侑也, 酒井 忍, 卓球ボールのバウンド挙動に関する研究, 日本機械学会北陸信越支部第 54 期総会・講演会, K015, (2017.3.8), 金沢大学, 金沢市.

才木裕貴, 酒井 忍, 発泡材の衝撃吸収性能の研究, 日本設計工学会北陸支部 平成 29 年度研究発表講演会論文集, No.101, pp.1-2, (2017.6.25), 石川工業高専, 石川県津幡町.

保富大輔, 酒井 忍, 浦上 晃, 溝口正人, 軟式野球用金属バットの反発特性の研究, 日本設計工学会北陸支部 平成 29 年度研究発表講演会論文集, No.102, pp.3-4, (2017.6.25), 石川工業高専, 石川県津幡町.

角田浩輔, 酒井 忍, ソフトボール用ピッチングマシンの試作研究, 日本設計工学会北陸支部 平成 29 年度研究発表講演会論文集, No.105, pp.9-10, (2017.6.25), 石川工業高専, 石川県津幡町.

角田浩輔, 酒井 忍, ソフトボール用ウィンドミル式ピッチングマシンの試作研究, 日本機械学会 スポーツ工学・ヒュー

マンダイナミクス 2017 講演論文集 ,B-5 ,  
(2016.11.9) , 金沢商工会議所 , 金沢市 .  
才木裕貴 , 酒井 忍 , 卓球ラケット用ラ  
バーの反発性能評価 , 日本機械学会 スポ  
ーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2017  
講演論文集 , D-7 , (2016.11.9) , 金沢商工  
会議所 , 金沢市 .

浦上 晃 , 溝口正人 , 保富大輔 , 酒井 忍 ,  
軟式野球用バットの反発性に関する研究 ,  
日本機械学会 スポーツ工学・ヒューマン  
ダイナミクス 2017 講演論文集 , C-18 ,  
(2016.11.10) , 金沢商工会議所 , 金沢市 .  
保富大輔 , 酒井 忍 , 軟式野球用バット  
の支持方法と反発特性の研究 , 日本機械  
学会 スポーツ工学・ヒューマンダイナミ  
クス 2017 講演論文集 , C-19 , (2016.11.10) ,  
金沢商工会議所 , 金沢市 .

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○取得状況 (計 1 件)

名称 : 投球機

発明者 : 酒井 忍

権利者 : 金沢大学

種類 : 特許

番号 : 5999616

取得年月日 : 2016 年 9 月 9 日

国内外の別 : 国内

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.me.se.kanazawa-u.ac.jp/lab/09.html>

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

酒井 忍 ( SAKAI, Shinobu )

金沢大学 , 機械工学系 , 助教

研究者番号 : 80196039

### (2)研究分担者

坂本 二郎 ( SAKAMOTO, Jiro )

金沢大学 , 機械工学系 , 教授

研究者番号 : 20205769

### (3)連携研究者

なし

### (4)研究協力者

角田 浩輔 ( KAKUDA, Kousuke )

才木 裕貴 ( SAIKI, Hiroataka )

保富 大輔 ( YASUTOMI, Daisuke )