

PLCを用いたアーチェリー競技用信号灯の開発

和田 明浩* 笠井 正三郎**

Development of Signal Light for Archery using PLC

Akihiro WADA Shozaburo KASAI

Keywords : archery, signal light, PLC, sequence control

1. はじめに

アーチェリー競技とは、弓で矢を射ち、標的上の得点を争う競技であり、日本では、主にターゲット、フィールド、インドアの3競技が行われている⁽¹⁾。アーチェリー競技は他のスポーツに比べて競技人口も少なく、全国的に見てもアーチェリー部を持つ高専は数少ない。このため、近畿大会に相当する大会が存在せず、西日本地区の5高専（徳山高専、呉高専、大阪府立高専、奈良高専、本校）が輪番制で幹事校を担当し、毎年1回の頻度で西日本地区高専アーチェリー競技会を開催している。今年度は、本校が幹事校となり、8/23、24の2日間、神戸しあわせの村アーチェリー場において第20回大会を開催した。

アーチェリー競技では試合進行にあたり、行射管理をする信号灯が必要とされる。しかし、しあわせの村アーチェリー場には常設の信号灯設備がなく、従来はストップウォッチとホイッスルを用いて人間が行射時間の管理をしていた。そこで今回、アーチェリー競技用信号灯を開発し、上記大会で実用したので、その成果を報告する。

2. 高専大会の競技形態

西日本地区高専アーチェリー競技会ではアウトドアターゲットラウンドと呼ばれる試合形式で競技が行われている。高学年は50m、30mをそれぞれ36射、合計で72射の得点を競い、低学年は30m36射を2回繰り返す、合計72射の得点を競う競技形式である。標的の直径は80cmであり、図1のように、5色の色環帯（中心から、黄、赤、青、黒、白色）で構成され、これがさらに10個の得点帯に分割されている⁽²⁾。72射の満点は720点であるが、今年度の優勝者スコアは600点（1射あたり平均8.3点）であった。

高専大会では1人の選手が1立ちで行射できる

矢の数が3本に制限されており、選手は3射1セットを12回繰り返すことで36射の行射を行う。行射時間は1セット（3本行射）あたり2分以内に制限されており、時間外に行射した矢は無効となる。実際に時間外発射があった場合には、標的上にある3本の矢の中で最高得点の矢を削除する。このようにアーチェリー競技では行射時間の管理が重要であり、選手が残り時間を確認できる競技用信号灯が必要となる。また、高専大会では参加選手が100名程度となるため、一度に全員が行射することはできず、2グループに分かれて交互に行射するスタイルとなる。全体としては、図2に示すような繰り返しパターンで試合進行する。

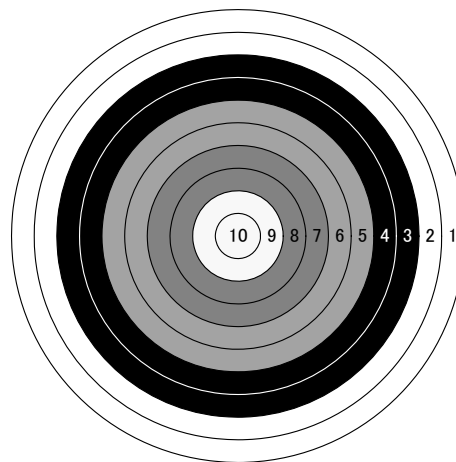


図1 アーチェリー標的

第1グループ行射
第2グループ行射
矢取り
第2グループ行射
第1グループ行射
矢取り
⋮
以下繰返し

図2 高専大会の競技進行形式

* 神戸高専 機械工学科 准教授

** 神戸高専 電子工学科 教授

3. 信号灯に求められる動作

信号灯に求められる要素として、赤黄青の3色ランプ、ブザー、デジタル時間表示がある。以下に各要素の動作手順を示す。実際の競技進行では、制限時間内に全選手が行射し終わった場合には、試合時間短縮のために2分経過を待たずに次の動作に移る必要がある。そこで、行射終了状態にショートカットできる機能が必要とされる。また、競技開始前にはフリープラクティスとして全選手に4分間の試射時間が与えられるため、その時間管理用としても上記信号灯を使用できることが望ましい。

実用に耐える信号灯とするためには、以上のような各動作モードを短時間で切り換え可能であることが求められる。

■競技モード

- 1) スタートボタンを押す
→ ブザー2鈴 赤ライト点灯
(第1グループが行射準備)
- 2) 15秒経過
→ ブザー1鈴 青ライト点灯
(第1グループが行射開始)
- 3) 2)のブザー後、1分30秒経過
→ 黄ライト点灯
(行射終了30秒前)
- 4) 2)のブザー後、1分50秒経過
→ 黄ライト点滅
(行射終了10秒前)
- 5) 2)のブザー後、2分経過
→ ブザー2鈴 赤ライト点灯
(第1グループの行射終了)
(第2グループが行射準備)
- 6) 5)のブザー後、15秒経過
→ ブザー1鈴 青ライト点灯
(第2グループが行射開始)
- 7) 6)のブザー後、1分30秒経過
→ 黄ライト点灯
(行射終了30秒前)
- 8) 6)のブザー後、1分50秒経過
→ 黄ライト点滅
(行射終了10秒前)
- 9) 5)のブザー後、2分経過
→ ブザー3鈴 赤ライト点灯
(第2グループの行射終了)
(矢取り)

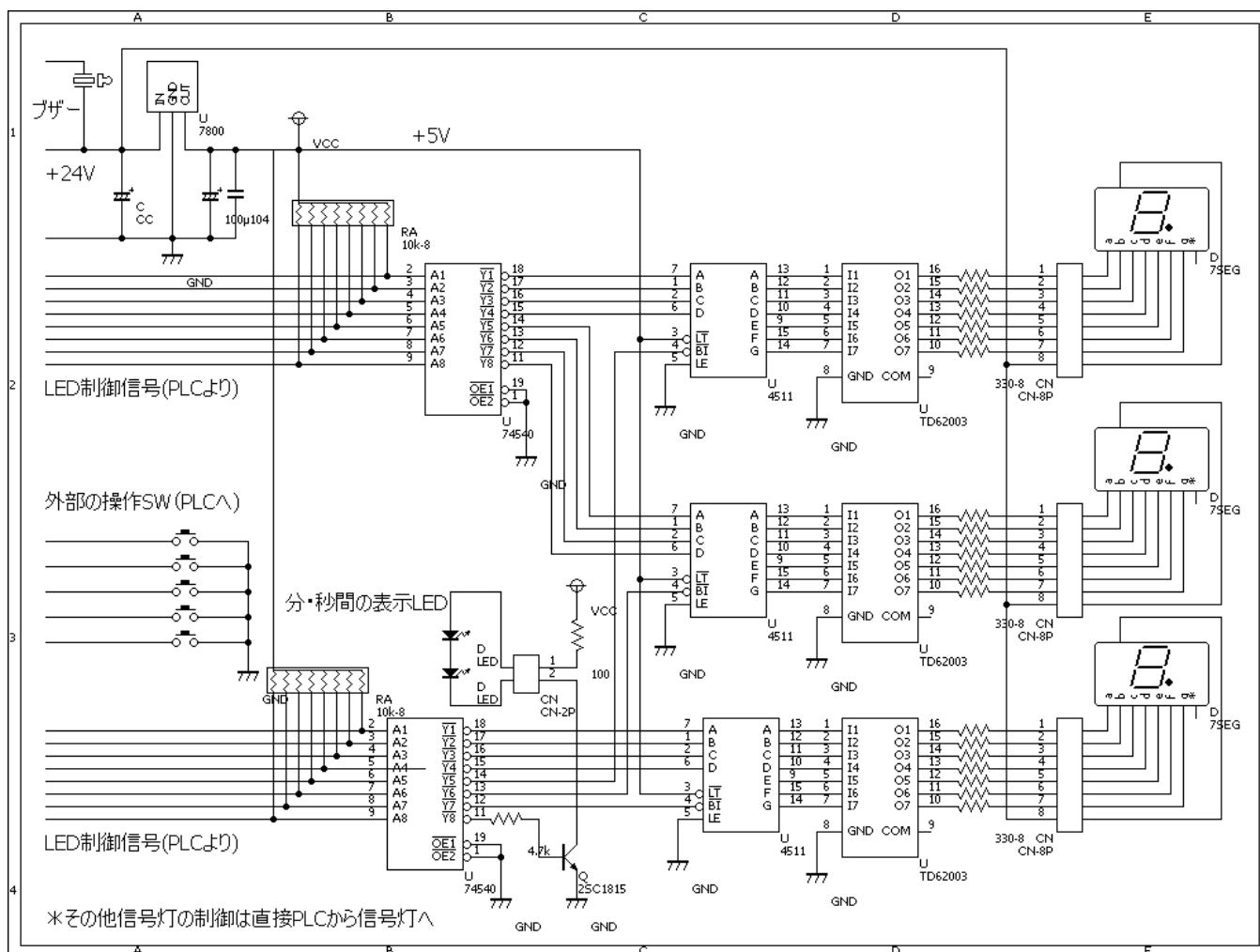
■フリープラクティスモード

- 1) スタートボタンを押す
→ ブザー2鈴 赤ライト点灯
(行射準備)
- 2) 15秒経過
→ ブザー1鈴 青ライト点灯
(行射開始)
- 3) 2)のブザー後、3分30秒経過
→ 黄ライト点灯
(行射終了30秒前)
- 4) 2)のブザー後、3分50秒経過
→ 黄ライト点滅
(行射終了10秒前)
- 5) 2)のブザー後、2分経過
→ ブザー3鈴 赤ライト点灯
(行射終了)
(矢取り)

4. 信号灯の製作

前章で述べた各要求項目を実現するために、PLC (programmable logic controller) を用いたシーケンス制御による信号灯を製作した。回路図と主な使用機器のリストを図3に示す。また、図4に信号灯の外観写真と内部構造を示す。信号灯は時間表示部とコントロール部に分かれており、時間表示部には時間表示用の7セグメントデジタルディスプレイを3個配置し、1個を「分」表示、残りの2個を「秒」表示に用いた。また、電子ブザーとLED駆動回路を内蔵し、空冷用ファンも配置した。さらに、3色ランプは未使用時に折りたたむ構造とした。

一方、コントロール部にはPLC本体、電源ユニット、タッチパネル式ディスプレイおよび空冷用ファンを配置し、PCとの接続用コネクタとしてUSBコネクタを取り付けた。時間表示部とコントロール部の間はDsub25芯のストレートケーブルで接続し、コントロール部から時間表示部に電源供給する形式とした。また、コントロール部から着脱式の手動スイッチを分岐させ、入力用接点とした。手動スイッチは左から順に「開始ボタン」、「終了ボタン」、「前半ショートカットボタン」、「後半ショートカットボタン」の4個である。コントロール部に配置したタッチパネル式ディスプレイは入力接点としても利用できるが、製作時間の制約から、今回はディスプレイにはランプやブザーなどの各要素の動作状況と、経過時間のみを表示させる仕様とした。

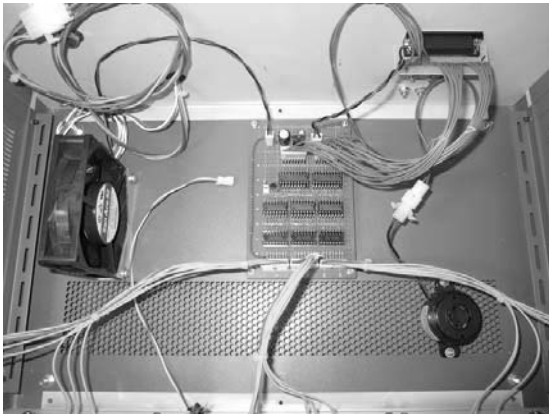


PLC	OMRON SYSMAC CP1L
拡張I/Oユニット	OMRON CP1W-16ER(16接点)
タッチパネル式ディスプレイ	OMRON Interactive Display NP3-MQ001B
24V電源	OMRON S8TS-06024
ノイズフィルター	TDK ZGB2203-01U
7セグメントデジタルディスプレイ	5.0 INCH SINGLE DIGIT DISPLAY(A-5001SR)
3色ライト	PATLITE LHE-302A-RYB
電子ブザー	Panasonic EB1114
冷却用ファン	SANYO DENKI San Ace 92 109P0924H402
LED駆動用IC	TOSHIBA HD74HC540P(7セグメント デコーダドライバ)
	TOSHIBA HD74HC4511P(7セグメント デコーダドライバ)
	TOSHIBA TD62003APG(7ch ダーリントン シンクドライバ)

図3 信号灯の回路図および主な使用機器



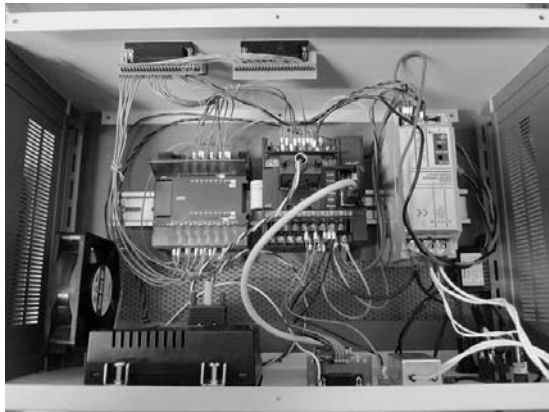
時間表示部の外観



時間表示部の内部



コントロール部の外観



コントロール部の内部

図4 信号灯の外観写真および内部構造

製作した信号灯に所定の動作をさせるためには、PLCにラダー図プログラムを登録する必要がある。今回は「競技モード」と「フリープラクティスマード」のラダー図プログラムを個別に作成し、必要に応じてPLCに登録することで異なる動作を可能にした。

5. 高専大会での使用状況

製作した信号灯を、8/23、24の2日間、神戸しあわせの村アーチェリー場で開催された西日本地区高専アーチェリー競技会で使用した。試合での使用状況を図5に示す。競技フィールドは幅約40mあるため、時間表示部を2台製作して、左右2ヶ所に設置した。競技者からの距離は約10mである。今回使用した7セグメントデジタルディスプレイは屋内仕様であり、日中の強い日差しの中では視認性に問題があった。そこで、写真のような日除けフードを取り付けることで改善した。また、3色ライトは360°全方向に光を放射するため、光量が減少しライトの点灯を確認しづらいという問題が生じたが、ライト背面に反射板を張り付けることで改善した。

信号灯の動作状況としては、2日間を通して大きな問題は生じず、スムーズに試合進行ができた。特に、行射時間終了へのショートカット機能を用意したことで、試合時間を短縮でき、効率的な大会運営をすることが出来た。今後は他高専主管時にも今回製作した信号灯を貸与して活用していく予定である。

謝辞

本信号灯の開発の一部はオムロン株式会社の寄附事業により実施しました。ここに謝意を表します。



図5 高専大会での使用状況

参考文献

- (1) 全日本アーチェリー連盟 Web ページ
<http://www.archery.or.jp/>
- (2) 全日本アーチェリー連盟競技規則