

振動信号によるデフスプリンターのスタート合図通知システムの研究開発

白石優旗

筑波技術大学 産業技術学部 産業情報学科

キーワード：聴覚障害者, 陸上競技, スタート合図, 振動刺激, 反応時間

1. はじめに

聴覚障害者陸上競技短距離走においては、スタートの情報を選手が目視できるように、選手の前でスターターが椅子に座った状態で行う「目視スタート」が利用されている。しかしながら、a) 顔を上げてスターターを目視しなければならず、スターティングブロックを蹴る動作に影響を及ぼす、b) スターターの立ち位置によっては顔を傾けてスターターを見る必要があり、音声が届き取れる選手が有利になりやすい、といった課題がある。

これらを解決するために、現在の聴覚障害者陸上競技短距離走では、一般社団法人日本聴覚障害者陸上競技協会が管理している光刺激スタートシステム [1] が利用されている。しかし、伊福部による聴覚障害者の感覚代行における研究 [2] によると、聴覚比較における知覚時間を調査した結果、視覚（聴覚から約 30ms 遅れ）よりも触覚（聴覚から約 5ms 遅れ）の反応時間の方が速いことが報告されている。

このことから、視覚刺激を用いた場合の聴覚刺激に対する遅れ時間は、写真判定によるレースの最小時間単位である 10ms [3] を超過してしまい、レースの記録に影響を与える可能性がある。すなわち、聴者と聴覚障害者の記録に差が出てしまう可能性がある。

そこで、本研究では、触覚刺激を採用したスタート方式として、陸上競技短距離走のクラウチングスタートにおける振動刺激によるスタートシステムを提案する。ただし、知覚時間については、視覚に対する触覚の優位性が示されているものの、クラウチングスタートのような全身を使った反応時間についての比較実験は、我々の知る限り行われていない。

したがって、本研究では、振動刺激によるスタートシステムを新規に開発するとともに、開発したスタートシステムを用いて、光刺激、振動刺激による全身の反応時間を計測する機能を同時に開発し、予備実験により振動刺激と光刺激の知覚時間を比較する。本論文では、これらの概要について述べる。詳細については参考文献 [4-5] を参照されたし。

2. システム概要

光刺激、振動刺激による反応時間を計測するため、横倉の開発した陸上競技用スタート動作の検出方式 [6] を参考にし、各代行感覚における合図発生装置を新規に製作、搭載する。ここで、検出アルゴリズムとして、[6] と同様に、移動平均と遅延を利用した変化量検出方式を用いる。

我々の開発するシステムは、振動発生コントローラ、光、振動それぞれの発生装置、組み込みボード、スターティングブロックに取り付けたロードセルからなる。開発システムの使用イメージを図 1 に示す。

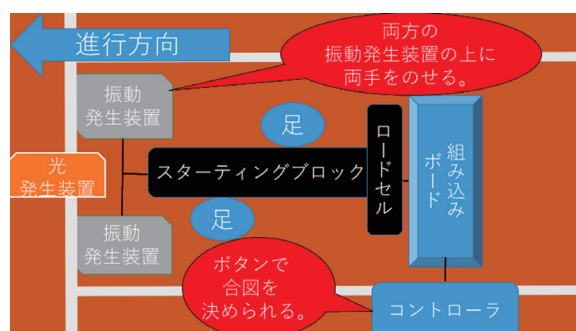


図1 開発システムの使用イメージ

光刺激、振動刺激を同時刻に発生するために、組み込みボード (mbed) を利用し、各刺激の発生を同期するプログラムを作成する。また、「位置について (On your mark)」「よい (Set)」「スタート」は、「赤」「黄」「緑」のそれぞれのボタンをスターターが押すことにより、任意のタイミングで操作可能とする。開発したプロトタイプを図 2 に示す。

本システムの特徴である、振動刺激発生装置について以下に説明する。まず、振動モーターは、その原理上、一定以上の力が加わると振動することができない。そこで、直接振動モーターに手で体重をかける方式ではなく、両手の親指と小指を、振動モーターを取り付けた振動板に触れさせる方式を採用する。真上から見た様子を図 3 に、横から見た様子を図 4 に示す。

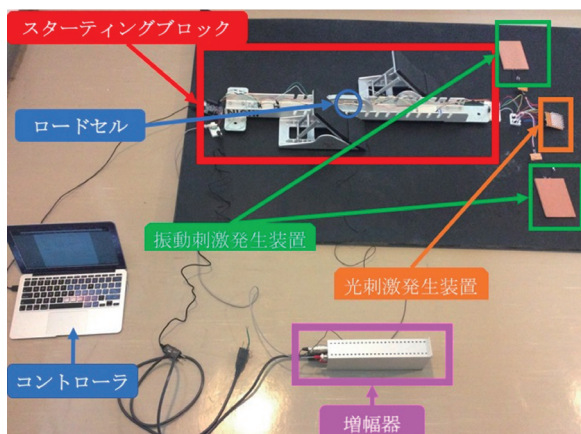


図2 プロトタイプを横から見た様子

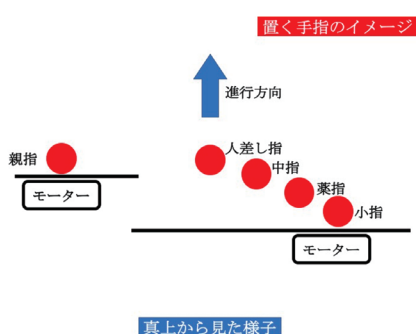


図3 振動刺激発生装置を真上から見た様子

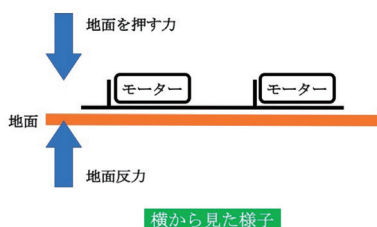


図4 振動刺激発生装置を横から見た様子

3. 予備実験概要

開発システムの有効性を検証するため、予備実験として、陸上経験のある被験者1名に対して、光刺激、振動刺激それぞれに対して3回ずつクラウチングスタートにおける反応時間を計測する。

表1 反応時間（被験者1名）

	光刺激	振動刺激
1回目	0.165[sec]	0.282[sec]
2回目	0.178[sec]	0.281[sec]
3回目	0.202[sec]	0.269[sec]
平均	0.182[sec]	0.277[sec]
標準偏差	0.0188	0.0073

実験結果（表1）からわかる通り、光刺激に対する反応時間が振動刺激よりも短い結果が得られた。しかし、振動モーター起動時のターンオン時間が156ms（データシートより）であることを考慮すると、 $0.277-0.156=0.121[\text{sec}]$ より、振動刺激の方が光刺激より平均して61[msec]反応時間が短い結果となる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、聴覚障害者陸上競技における新たな代行感覚を利用したスタートシステムとして、振動刺激によるスタートシステムを開発し、予備実験により有効性についての検討を行った。

今後は、振動モーターの応答時間を計測調査し、正確な反応時間について測定可能とする。更に、感性科学的に基づき新規に振動刺激デバイスをデザインし開発するとともに、複数の実験協力者を対象とした評価実験を行い、最適な各刺激信号を特定する。

参考文献

- [1] 青山利春, 竹見昌久, 岡本三郎, 「光刺激スタートシステム」の開発・普及活動の取り組み, 聴覚障害, 67巻, 743号, pp.21-26, 2013
- [2] 伊福部達, 発音訓練における感覚代行, 人間工学16(1), pp.5-17, 1980
- [3] 公益財団法人日本陸上競技連盟, 第165条 計時と写真判定, 日本陸上競技連盟競技規則, 第3部トラック競技, pp.185-191, 2016
- [4] 設楽明寿, 白石優旗, 聴覚障害者陸上競技に適した振動刺激スタートシステムの提案, 情報処理学会研究報告, Vol.2016-AAC-2, No.2, pp.1-3, 2016
- [5] 設楽明寿, 白石優旗, 振動刺激を用いたクラウチングスタートにおける反応時間計測システムの開発, 情報処理学会研究報告, Vol.2017-AAC-3, No.7, pp.1-5, 2017
- [6] 横倉三郎, 陸上競技用スタート動作の検出方式, 計測自動制御学会論文集, vol.36, no.2, pp.159-164, 2000