

リュージュに対する工学的支援*

青木博夫** 宮尾芳一*** 芳賀 武**** 和田一秀*****

Technical Support for Luge Training

Hiroo AOKI, Yoshikazu MIYAO, Takeshi HAGA and Kazuhide WADA

Although the luge is a Winter Olympic event, there are few luge facilities in Japan and, therefore, also very few participants. One consequence of this is that few training apparatus have been developed for the luge, when compared with other winter sports such as skiing and skating. In the sports of luge, it is considered that one's overall time is greatly influenced by performance at the start of the run. As a result, a large proportion of the off-season is taken up with start-training. So firstly, we have developed an apparatus whereby the repulsion force produced by exertion of force on the start-grips during the start stage can be measured. Then we have developed an apparatus whereby the repel force can be measured and displayed on a large LED matrix display. And we have developed several apparatus and system, such as the steering force measuring system using the luge simulator.

キーワード: リュージュ, 訓練機器, 体力測定

1. はじめに

長野冬季オリンピックが今年成功裏に終わったが, その1種目にリュージュ競技があった。この競技は1人または2人用ソリに乗り, 氷でできたコース(長野オリンピックでは男子が1,326m, 女子が1,194m)を仰向けに乗った状態で滑走する競技である。最高速度は男子で130km/h以上のスピードに達し, 1/1000秒を争う競技である。

しかしリュージュはスキー, スケートなど他の冬季競技に比べ施設が少ないため競技人口は非常に少ない。そのため練習機器もあまり開発されていなかった。筆者らはすでに長野オリンピックの4年前よりリュージュの練習に対して, 各種練習機器の開発と, データ取得およびその解析を行ってきたので, それについてまとめた。

2. 開発した装置

2-1 スタートバーに掛かる反力測定装置

リュージュ競技は, つぎの順序で3つの動作に大別される。

- (1) スタート: 選手がソリに乗って左右のグリップを握り, ソリと共に体を前後に動かし, 反動をつけ, ソリを前方に押し出しスタートする。
- (2) パドリング: 両手にはめた爪のついたグローブで氷をかき, ソリを前方に進め加速する。
- (3) 滑走: 仰向けになり重心の移動等でソリを操作し, 曲がりくねったコースを滑走する。

上述のスタート, パドリングは全体の競技時間の中で占める割合はごくわずかであるが, 選手が直接加速できるのはこの時しかなく, 飛び出しのスピードが記録に大きく影響する。したがって, スタート時にソリに強い加速を与えることが重要となる。また, 左右のバランスが悪ければ, ソリがまっすぐに進まずタイムロスにつながるため, スタートはリュージュの勝敗を決める大きな要因となる。このようなことは, リュージュと類似のスポーツであるボブスレーについても

*本研究の一部は平成9年度長野高専教育研究特別経費の助成を受けて行われた。

** 電気工学科・助教授

*** 機械工学科・助教授

**** 電子制御工学科・教授

***** 技術室・技術専門職員

原稿受付 1998年10月8日

言われている¹⁾。

このようにスタート時で勝敗は左右されるので、シーズンオフにはスタートの練習を氷のコースの代用として、リュージュの刃をローラに替えてレール上または路面上で行っている。

リュージュのスタートは、左右のスタートバーを引き付ける時の反力で行うが、その力を測定するために、スタートバーに水平方向および垂直方向の力測定用のストレインゲージを貼り、動歪計を経由して、Ytレコーダーに記録して、その力の出し方を検討した²⁾。まずスタート練習台の形状と寸法を図1に、システムの概要を図2に示す。この図で二点鎖線から左がスタートバーに掛かる反力測定装置の部分である。

2-2 スタートバーに掛かる反力と区間タイムの大型LEDディスプレイへの表示装置

前節の装置では、力の様子は記録計にプリントされたものを見なければならなかったため、データを練習に反映させるには時間遅れが生じ、あまり能率的ではなかった。

最近では、人間の運動動作に関する情報の収集と解析に、パソコンが多く用いられるようになってきた^{3)~5)}。そこで筆者らも力の変化をパソコンを用いて、大型の電光掲示装置に表示させ、力の出し方をリアルタイムで確認しながらスタート練習をできるようにした。また、区間タイムを計測し、この値も電光掲示装置に表示できるようにした⁶⁾。図2において二点鎖線から右がスタートバーに掛かる反力と区間タイムの大型LEDディスプレイへの表示装置の部分である。

スタート練習台は、氷がなくても練習ができる利点がある反面、ソリはレール上を走るため左右のバランスが崩れていてもまっすぐに進むという欠点がある。このシステムを使えば左右均等に力がかかったか否かをリアルタイムで知ることができ、バランスがよかつ

た時の感覚を身につけることができる。また、区間タイムも大きく表示されるため、直ちにつぎの練習に反映できるようになった。力の変化の波形データは、パソコンに保存されるので、そのデータを用いて上級から初級までの選手の力の出し方を、比較検討することができた。

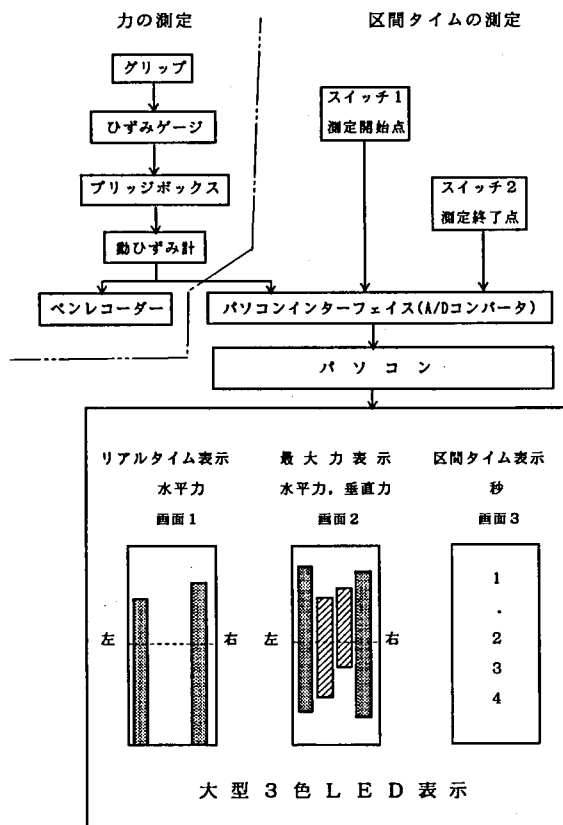


図2 システムの概要

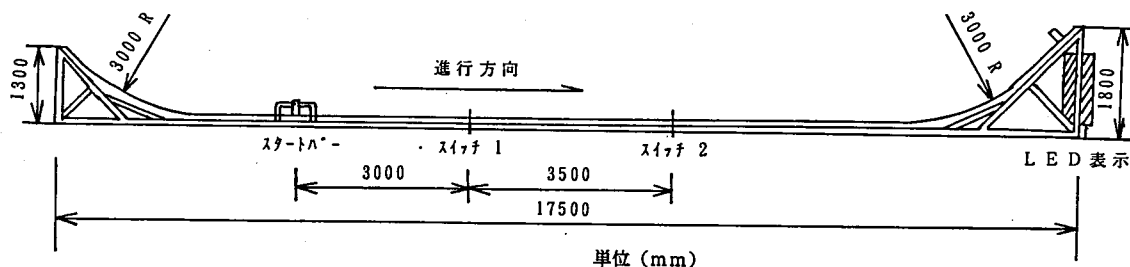


図1 スタート練習台

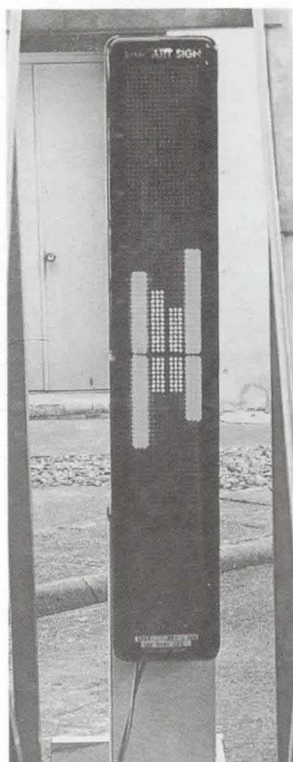


図3 電光掲示装置

この装置の操作は、パソコン画面上で対話形式で容易に行うことができ、練習の場面で選手同士が操作を行っている。このような面からも、選手が非常に興味をもって練習に励み、よりよい効果を与えている。

2-2-1 ハードウェア

力の検出はスタートバーに貼ったストレインゲージで行い、区間タイム測定用のデータ入力、スタートバーから 3m と 6.5m の距離でレール脇に配置した 2 個のスイッチを、通過するソリで ON-OFF することで行った。また電光掲示装置を図 3 に示す。これは図 1 の練習台の先端部に設置される。ここで前節の装置に対して新たに必要となった機器および部品は、ノート型パソコン(NECPC9821Ne)、16×128 ドットの 3 色大型 LED ディスプレイ (エムケー精工 ASE18TM)、A/D コンバータ (八戸ファームウェアシステム 12A/D-NL)、それに区間タイム用のスイッチ 2 個である。入力 8 チャンネルの A/D コンバータには左右のスタートバーからの水平力、垂直力の計 4 つの信号が、また区間タイム用のスイッチからの信号 2 つ、合計 6 つのデータが入力される。

2-2-2 ソフトウェア

データ処理の手順の概要を図 4 のフローチャートに示す。データをおよそ 20ms でサンプリングし、パソコン中のメモリに取り込むとともに、データ処理を

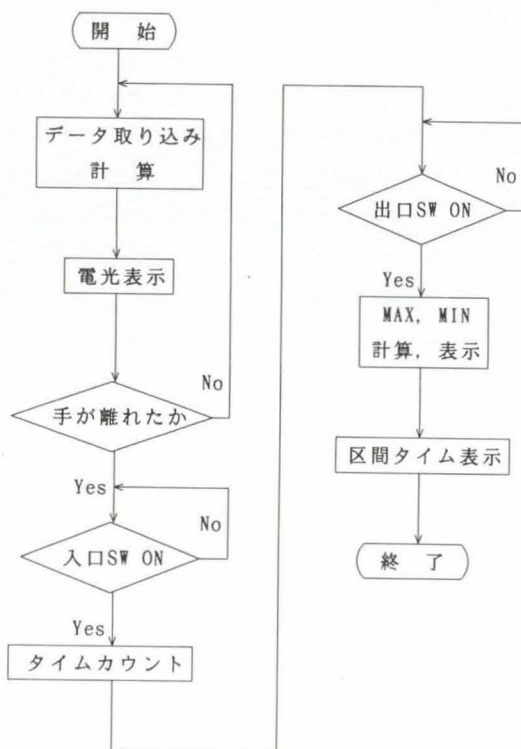


図4 データ処理の手順

行い LED ディスプレイに出力する。ここでデータ出力は、順次 3 つの画面に分けて行われる。

スタートスピードに最も影響の大きいと思われる左右の腕の水平力は、リアルタイムで RS-232C(9600bps)通信ケーブルを介して、図 2 の画面 1 のように赤色で棒グラフ表示する。また、スタート後、すなわち練習台を走行中には左右の腕の水平力、垂直力の正負方向の最大値を画面 2 のように水平力は赤色で、垂直力は緑色で棒グラフ表示し、左右の力のピーク値とバランスを把握できるようにした。

1 回毎の練習のデータは、パソコンのハードディスクに記憶させ、蓄積したデータはあとでパソコン画面上またはプリンタ出力で波形として観察できるようにした。ところでデータ取り込みのプログラムをスタートした後、選手はいつの時点でスタートバーから手を離すかは一定ではないため、データの記憶領域の大きさに関しても定まらない。しかし、実際に必要なデータは、スタートバーから手が離れる直前 4 秒程度の値だけであるから、一定時間記憶できるリング形式の記憶領域に、データを上書きする記憶方法を用いることとした。このように記憶させたデータから、左腕の水平力の最大値の位置を検出し、それがいつもグラフの決まった位置になるようにデータ処理を行った。

2-3 ソリの先端部（以下クーヘ）にかかる力の測定装置

リュージュの形状と各部の名称を図5に示す。大きなスタート力を出すためには、クーヘをしっかりと踏ん張る必要があると考え、クーヘにストレインゲージを貼りその力を測定した。スタートバーの力の測定と異なり、この場合は動くソリからのデータを計測する必要があるため、データ伝送はひずみ測定用テレメータ（共和電業：送信機 MRT-200B 受信機 MRT-220B）を介して行う場合と、短距離の場合は有線で行う2通りの方法を用いた。選手の力量によりその波形に差がかなりあることがわかった⁷⁾。

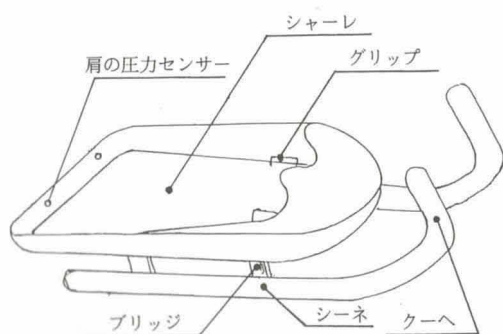


図5 ソリの各部位名称と測定箇所

2-4 コンピュータグラフィックス（以下CG）を組み合わせたコース取りにかかる力の測定装置

実際にリュージュのコースを滑走するときには、選手はクーヘやシャーレの肩の部分の力の掛け具合を加減してコース取りを行うわけであるが、シリコングラフィックス社が開発した長野オリンピック用のコースのCGを用いて、図5に示すソリの8箇所（それぞれ左右の肩、グリップ、クーヘ、シャーレとシーネをつなぐブリッジ）の力を測定した。このCGは床に置かれたリュージュを取り囲むように設置された3面の100インチ大型スクリーンに映し出され、最適なコースを滑走している状態の映像がリアルタイムで再現される。センサーからの測定結果は図6に示すように記録計に波形を描かせるとともに、パソコンに保存できるようにした。これを用いることでカーブでの力の入れ方が数値データやグラフで示すことができるため、滑走中のフォームや体重移動のチェックが可能となった。最適なシャーレの長さは、図7に示すように選手の体格に応じて異なるため肩の部分を可動式に加工した。また、ソリの高さも電動で調節可能とした。

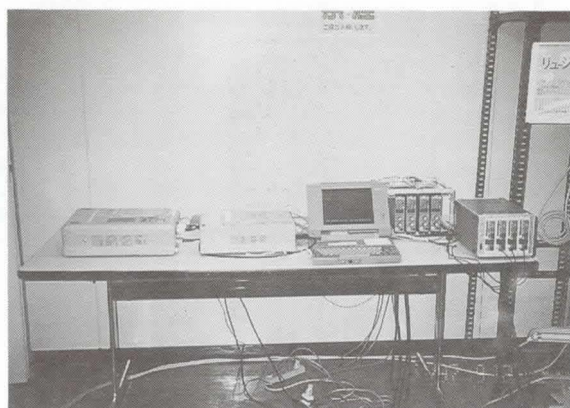


図6 CGを用いた力の測定（データ収集部）



図7 CGを用いた力の測定（ソリとブリッジボックス）



図8 2人乗りリュージュ

2-5 2人乗りリージュの作製

図8に示すように2人乗りリージュのシーネの部分にローラに換え、1人乗りリージュで使ってきたスタート練習台で2人乗りリージュのスタート練習をできるようにした。ローラは市販されていないため、ナイロン樹脂の丸棒を切削してベアリング入りのローラを特別に作製した。

2-6 足首柔軟度測定器（ゴニオメータ）

足首の力でクーヘを操作するので、足首の力とともに柔軟性が必要である。そこでその柔軟度を測定するために図9に示すように、足で作動板を踏み込んでインジケータを移動させ、最大角度を保持できるような装置を開発した。

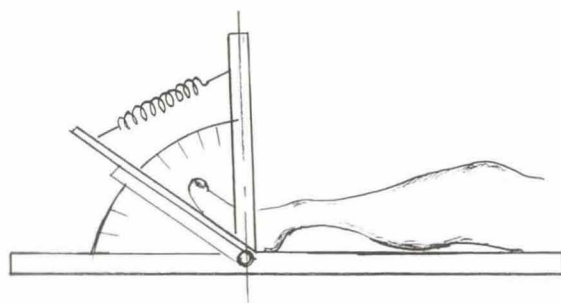


図9 足首柔軟度測定器

2-7 屈腕力測定器

スタートバーを引く時に必要な腕力増強のためにロッククライミング等の訓練を行っているが、図10に示す器具は、その効果を数値で見えるためのものである。腕の長さが変わっても、水平に引っ張れるように高さを変化できる機構とした。

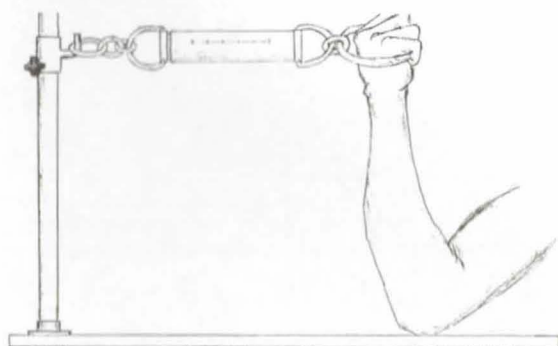


図10 屈腕力測定器

2-8 スタート用タイマの作製

選手はスタート合図から、1人用リージュで30秒、2人用で45秒以内にスタートしなければならない。スタート練習においてその時間感覚をつかむために、7セグメントLEDで時間が分かるカウントダウンタイマーを作製した。そのブロック図を図11に、実際の装置を図12に示す。

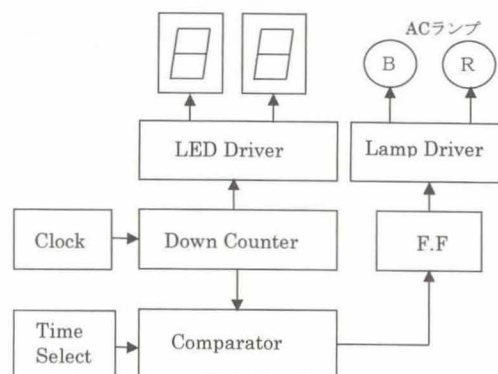


図11 スタート用タイマの構成



図12 スタート用タイマ

2-9 スタート時の直進性の測定装置

左右の腕の力のバランス取れていないと力の弱い腕の方向にソリは曲がってしまうが、この時の左右の腕の力とコースの曲がりの程度を測定する装置を作製した。これは氷の上に設置して使うものであるが、左右のグリップの力の測定は(2-1)の装置と同様である。コースの中心からの偏移量の算出は、スタート点から進行方向に引いた中心線から一定距離離れた地点における中心線からの距離で現すこととした。また、この装置は実際のオリンピックコースでは、小学生などのまったくの初心者がコースの途中からのスタートする時のスタート台として使用されている。この装置が開発される以前はスタート台がなかったため、補助者に背中を押してもらいスタートしていた。しかし、この方法では押す力によってタイムが影響されてしまいその値に信頼が置けなかった。

3. おわりに

リュージュは比較的なじみの薄いスポーツであるので、練習用の機器の開発があまり行われていないが、筆者らはそれらの開発等を通じてこのスポーツの発展に対して若干の貢献ができたものと考えている。

最後にこの研究は、長野県ボブスレーリュージュ連盟ならびにエムケー精工株式会社のご協力を得たものであり、ここに深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 佐藤 佑, 鈴木省三: ラップタイム計測によるボブスレーの競技力の解析, J.J.Sports Sci., Vol.15, No.1, pp.35-41, (1996)
- 2) 芳賀 武, 宮尾芳一, 青木博夫, 浅川 司, 藤沢謙一郎: リュージュ競技におけるグリップ反力測定装置の開発, スポーツ産業学研究, 第6巻, 第2号, pp.9-14, (1996)
- 3) 出村慎一, 長澤吉則: 筋力発揮調整機能テストの作成, スケール表示法, 画面表示法, テスト時間及び評価時間の検討, 体育学研究, 第38巻, 第5号, pp.349-360, (1994)
- 4) 勝又 宏, 川合武司: 地面反力からみた異なる投球速度に対する野球の打撃動作の特性, 体育学研究, 第40巻, 第6号, pp.381-398, (1996)
- 5) 山本紳一郎, 中沢公孝, 藤崎 巖, 矢野英雄: 関節角度変化にともなう肘関節屈曲群の長潜時反射の変化, 体育学研究, 第39巻, 第2号, pp.100-108, (1994)
- 6) 青木博夫, 宮尾芳一, 芳賀 武, 浅川 司, 藤沢謙一郎: リュージュ競技におけるグリップ力計測表示装置の開発とその評価, スポーツ産業学研究, 第7巻, 第2号, pp.33-39, (1996)
- 7) 宮尾芳一, 芳賀 武, 青木博夫, 浅川 司, 藤沢謙一郎: 練習時におけるリュージュ・クーヘに掛ける力, 日本体育学会長野支部学会第35回大会号, p.7, (1997)