

パソコン支援によるスキー競技計時システムの開発

酒井 孝則* 谷口 慶治** 高畑 剛*** 幡生 安紀**

A Portable Electronic-watch System for Ski-races Using a Book-type Personal Computer

Takanori SAKAI, Keiji TANIGUCHI, Tsuyoshi TAKAHATA, and Yasunori HATABU

(Received Feb. 27, 1996)

This paper deals with a portable-watch system for ski-races. It consists of start and finish-sensing devices, start-signal-transmission equipments, electronic-watch devices and a book-type personal computer. This system has the following advantages.

(1) Transmission of the start-signal can be done by using VHF radio transmitter, therefore, it is easy to set up this system.

(2) It is easy to operate this one without professional operators. By using this system, we can process quickly and exactly the data of ski-races.

1. まえがき

冬季には各地でスキー競技大会が開催され、ここでタイム計測し順位を決定するのに使用されるのが計時システムである。現在の計時システムでは、選手がスタートした時の信号をフィニッシュ地点近傍に設けられているシステムの設置場所まで有線で伝送するようになっている。大回転競技を例にとると、スタートからフィニッシュまでの距離は1 km以上もあり、この間に信号伝送用のケーブルを大会毎に敷設するには大変な労力を必要とする。ここで提案するシステムは、

- (1) 信号の伝送を無線化した
- (2) ソフトウェアの変更が容易になるようにするため、汎用のノート型パソコンを使用して小型、高機能化した
- (3) クロスカントリー競技にも効率的な対応ができるようにした

などの特徴を有するものである。本文は文献(1)から(6)をまとめたものである。

2. 対象とするスキー競技種目とその計時運営方法

本システムは、アルペン競技の回転(スローム:SL)競技並びに大回転(シャイトスローム:GSL)競技とクロスカントリー競技並びにそのリレー競技の種目を対象としている。

アルペン競技は、回転、大回転競技とも男女、部門(小学、中学、高校、一般等)別に旗門を配置した斜面コースを滑降し、1/100秒までのタイムで順位を競う個人競技である。スタート合図は回転競技がReady-Go方式、大回転競技が一定間隔の指令音方式で行われる。手動計時による運営方法は、数十秒間隔の定時スタートを選手に徹底し、スタート合図で複数の手動計時員がストップウォッチを起動し同選手がフィニッシュ・ライン通過時に停止して所要時間(タイム成績)を計測することになる。選手毎のタイム成績を筆記記録し、旗門不通過や途中棄権者などの失格者を除外し順位づけを行って公式発表する。なお、回転競技は2回の競技の合計タイム成績で順位づけを行う。

クロスカントリー競技は、男女、部門毎に競技距離は異なり、関門が設けられた起伏のある周回コースを滑走し、1/10秒までのタイムで順位を競う個人競技である。スタート合図は部門順に30秒間隔の指令音方式で連続的に行い、選手のゼッケン番号毎にスタート時刻を記録しフィニッシュ時刻との減算でタイム成績を求める。関門不通過や途中棄権などの失格者を除外し部門毎に順位づけを行って公式発表する。当競技はコース内で多数の選手が競り合うために、フィニッシュ地点は選手が集団となって通過する場合が多く、手動計時はアルペン競技に比べて煩雑になる。

リレー競技は、男女、部門別に3～4名でチームを構成し、クロスカントリー競技と同様の周回コースでチームの総合タイム成績を競うものである。スタート合図はReady-Go方式で部門毎に各チームの第一走者が一斉にスタートし、この時ストップウォッチを起動する。最終走者のフィニッシュ順位と積算タイムを記録し、失格チームを除外し公式発表する。

上記の各競技種目の計時運営を手動計時で行う場合には、多数の競技役員の確保と役割分担が必要となり、しかも計時計算や順位づけの並べ替え処理が人的作業となるため非能率的である。ここで提案するシステムでは、選手のスタートとフィニッシュ時にゼッケン番号の入力操作を行うだけで一連の競技データ処理はパソコンが支援するために、計時運営の自動化が図られ大幅な省力化、迅速化が実現できる。

3. 計時システムの構成と機能

スキー競技においては、一般にスタート地点、フィニッシュ地点並びに計時本部の3箇所と成績発表地点に分割し競技運営を行っている。従って、計時システムも各地点に分散して配置される。図1は開発したスキー競技計時システムのブロック構成図である。

スタート地点には、選手にスタートを促す間欠音によるスタート指令器①とスタートゲートを含むスタート信号発生器②を設置し、選手が一定間隔にスタートゲートを開きスタートさせるようになっている。信号伝送路はシステム設置時に予め有線または後述する無線方式のいずれかを切換器で選択する。

フィニッシュ地点では、赤外線透過式の光電式検知器③(以下、光電検知器という。)をフィニッシュ・ライン上に設置する。選手がラインを通過し遮光するとフィニッシュ信号が発生し、有線で計時本部の時計部に伝送される。

計時本部はフィニッシュ地点の近傍に位置し、時計部④、パソコン⑤、プリンタ⑥等の計時システムの主要部分が設置される。パソコン操作員は大会責任者の指示で全ての競技データ処理の入力操作をし、公式発表の印刷出力を行う重要な役割を担っている。

成績発表地点では、フィニッシュした選手毎のゼッケン番号と計時計算されたタイム成績をパラレル・インタフェースを介して電光表示器⑦にデータ転送し速報する。さらに、印刷出力した競技成績の公式発表を掲示して選手および観客に告知する箇所である。

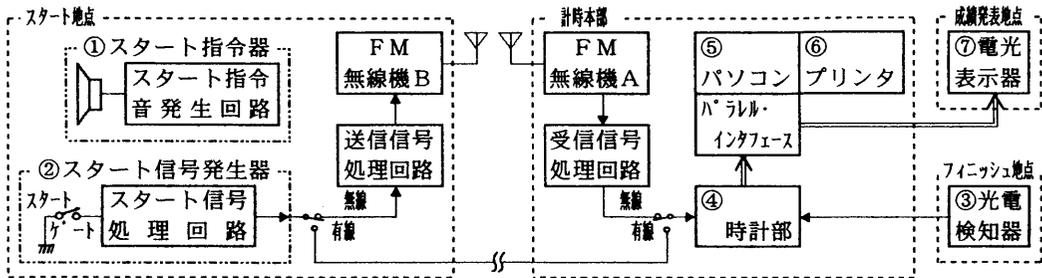


図1 計時システムのブロック構成図

本システムの計時機能は、まずスタート地点からのスタート信号が信号伝送路を経て計時本部の時計部に伝送され、時刻カウンタのデータが1/1000秒単位まで保持される。同時にパソコンへの割込信号として入力し、保持されたデータはパラレル・インタフェースを介してスタート時刻としてパソコンに転送されるようになっている。スタート地点審判員からのゼッケン番号の通報でパソコン操作員はゼッケン番号を入力し転送データとの対応づけを行う。同様に、フィニッシュ地点からの信号が伝送されると時計部の時刻が保持され、パソコンへ転送されたフィニッシュ時刻にもゼッケン番号を入力する。この入力後、パソコンは同一ゼッケン番号の両時刻データからタイム成績の計算処理を行い、ゼッケン番号とタイム成績データをフロッピディスクに一時保存し、またプリンタにも印刷出力し確認と記録を行えるようにしている。さらにタイム成績は大型電光表示器で速報する。競技中はこの一連の処理の繰り返しで、競技終了後には競技失格者の入力処理をし、タイム成績順位の並べ替え処理をした後に印刷出力し公式発表を行うようになっている。

3.1 時計部

図2は時計部の構成図である。水晶発振器は周波数偏差±2 ppmの高精度のものを使用し、月差±1秒以内に調整してある。時刻設定器は競技開始前に競技進行のた

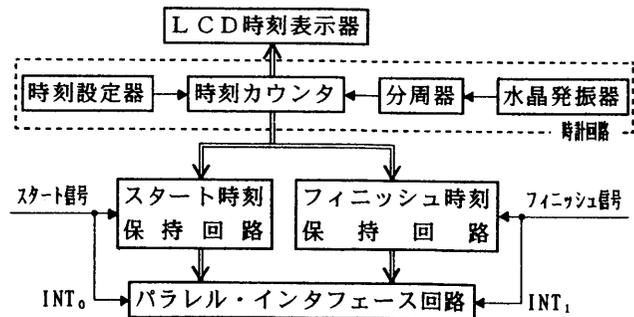


図2 時計部の構成図

めの大会関係者用標準時計に時刻を合わせるためのものである。時刻カウンタは10時～1/1000秒単位までの9桁で構成している。ここで1/1000秒の単位は、アルペン競技において1/100秒まで同一タイムが発生した場合に必要となるものである。スタート時刻並びにフィニッシュ時刻の保持回路はそれぞれに独立して設けてあり、各入力信号によって9桁の時刻データを保持するようになっている。また、スタート信号とフィニッシュ信号は割込レベルの異なるCPU割込信号(INT_{0,1})としても使用しているため、両信号が同時に入力した場合でも時刻データはパラレル・インタフェースを介してパソコンへ正確に転送できるようになっている。なお、このデータ転送のためのプログラムは機械語で作成し、高速化を図っている。

3.2 無線方式によるスタート信号の伝送

スキー競技における電気計時は、選手毎のスタート信号とフィニッシュ信号を正確に時計部に伝送することが最も重要である。競技規定(文献(7))では有線方式による信号伝送を推奨している。しかしアルペン競技においては、スタート地点と計時本部間は数百m以上の距離間隔があるために有線(ケーブル)の敷設作業は人的労力が大きく、しかも断線やコネクタの接触不良など電氣的障害発生危険性を有する。このため、この部分に無線による信号伝送方式を採用し人的負担の軽減を図った。なお、この無線データ伝送のための免許が平成2年1月に北陸電気通信監理局より我が国で初めて与えられた。

図3は本システムで用いている無線信号伝送方式のタイミング・チャートで、図4、図5は図1中の送信信号処理部並びに受信信号処理部の構成図である。

スタート地点では、一定間隔に規定の指令音[1]を拡声し選手にスタートを促す。規定の出発音で選手がスタートゲートを開くとスタート信号[2]が発生し、無線機Bに送信切替(P T T)信号として入力し無線機を送信状態に切り替える。この時、送信信号処理部では送信機が安定するまで信号を送信しないで遅延時間 τ_{d1} の後に、 τ_{d2} 時間の識別信号を変調送信[3]する。無線

機Aは識別信号[4]を受信し、受信信号処理部で規定の識別信号かどうかを判定してスタート信号[5]として検知する。ここで信号[2]と[5]の時間差 $\tau_d = \tau_{d1} + \tau_{d2}$ は一定であり、パソコンでの計時計算処理の際に加算補正することにより、正確なタイム成績を得るようにしている。信号[5]で時計部の時刻が保持され、割込信号[6]がパソコンに入力されてデータ転送[7]がなされる。全時刻データが転送されるとパソコンはリセット信号[8]を発生し割込を解除する。

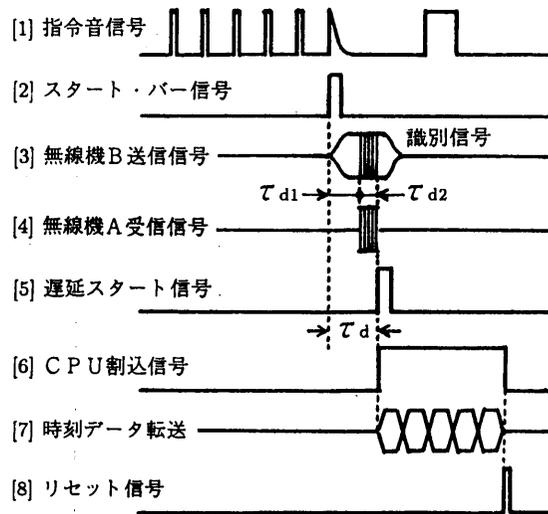


図3 無線信号伝送方式のタイミング・チャート

なお、図4の送信信号処理部のシステムクロック信号を f とすると、変調周波数 f_1 は f/m 、識別信号の送信時間 τ_{d2} は $(k \cdot m) / f$ である。図5の受信信号処理部では、受信信号がこのシステムの真の信号かどうかをチェックするために、一定時間 (f/L) 内のパルス数をカウントし判定回路A (判定条件: $Db \geq X \geq Da$) 並びにB (判定条件: $Wn \geq C$) で判定される。

無線信号伝送の問題点としては、無線機の特性上送信切替時間が一定でないため正確な時間計測を行う場合には前述のような一定の遅延時間を設ける必要がある。またスキー場は山間部にあるためコース設定場所や気象状況によっては電界強度が弱まるケースも考えられる。このための対策としてスタート地点にも時計部を持つパソコンを設置し、選手毎のスタート時刻を逐一フロッピディスクに保存している。このスタート時刻データとゼッケン番号等の必要なデータをバケット無線通信により逐次伝送する方法を現在検討中である。

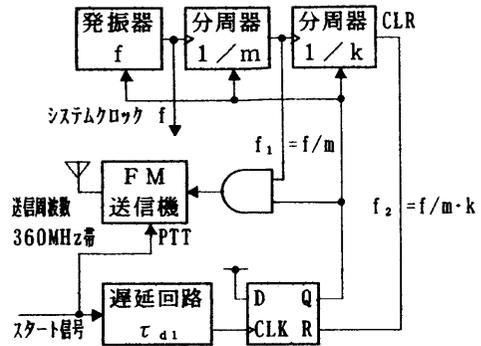


図4 送信信号処理部の構成

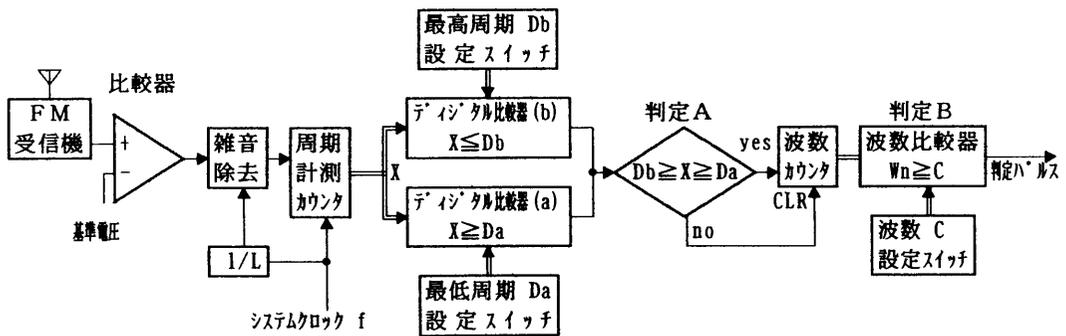


図5 受信信号処理部の構成

3.3 フィニッシュ検出方法

本システムのフィニッシュ検出は、赤外線透過式の光電検知器を用いている。発光並びに受光部の立体放射角は、約12度あるためフィニッシュ・ライン上の光軸合わせは極めて容易である。なお、光軸を横切る雪や雨による遮光ノイズの影響を無くすために、集光レンズに大口径（ここではφ50mm）のものを用いる方法が有効であった。またストック通過による誤信号を除去するためにパルス幅弁別回路を設けている。ただし、クロスカントリー競技の場合に多発する図6(a)のような集

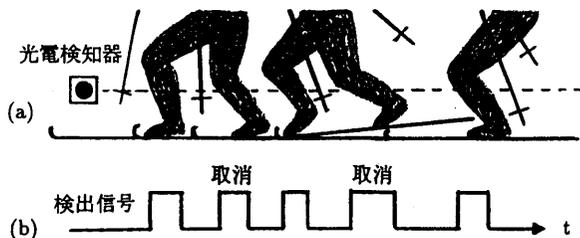


図6 集団フィニッシュの信号検出

団フィニッシュについては、全てを検出信号とみなしてパソコンに一旦時刻データとして取り込み、後のゼッケン番号入力時にフィニッシュ審判員の人的判断で誤信号による時刻データを取り消す方法(図6(b)参照)を採っている。

4. システムのソフトウェア構成

図7に競技処理プログラムのフローチャートを示す。競技種目によって多少処理手順は異なるが基本的にはほとんど同じである。パソコンへの入力はキーまたはタッチパネルによるメニュー対話形式で操作進行できるようにプログラムを作成し、初心者でも簡単に操作ができるようにしている。以下に競技処理プログラムの概要を述べる。

(a) 初期項目設定

初めに競技データファイルの識別のために必要となる大会番号、競技種目、男女、部門別の選択設定や有線、無線方式による伝送路選択等、システムの初期設定を行う。

(b) 選手ファイルの読み込み

予めワープロソフトで作成したゼッケン番号を付した選手名登録ファイルを読み込む。これにより選手名や所属が漢字を用いて印刷することができる。

(c) タイムの計測

スタートおよびフィニッシュ信号による時刻データの転送毎にゼッケン番号を入力し対応づける。フィニッシュ時刻へのゼッケン番号を入力すると自動的にタイム成績が計算される。このタイム成績は大型電光表示器で速報し、プリンタにも出力して選手毎の成績の仮発表に使用する。競技中はこの処理の繰り返しである。

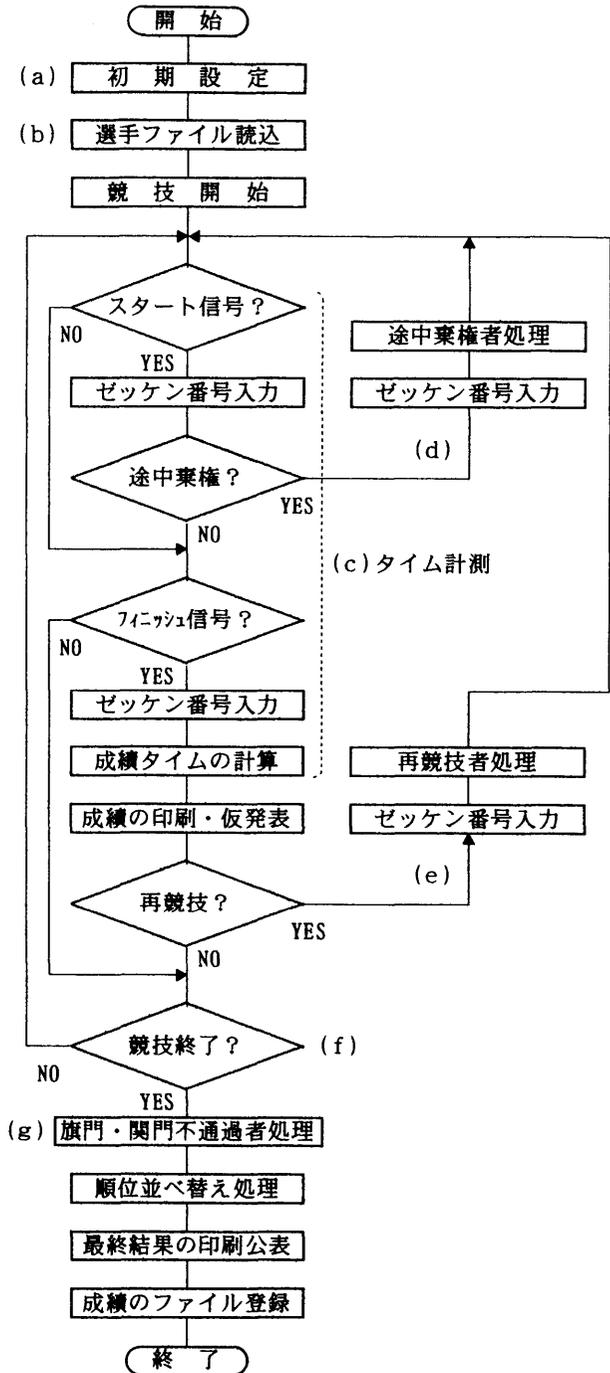


図7 競技処理プログラムのフローチャート

(d) 途中棄権者の処理

競技中に途中棄権者が発生した場合には、そのゼッケン番号を棄権者項目に入力することによりスタート時刻の消去と棄権 DF (Didn't Finish) の電光表示並びに印刷を行う。

(e) 再競技者の処理

競技審判が規定に照らし再競技を認めた選手については、前競技の時刻データを削除し再度タイム計測を行う。

(f) 競技終了処理

回転競技種目については、1走目の競技終了後にそのタイム成績から新ビポー方式プログラムにより2走目スタート順を印刷して公表し、最終結果は1, 2走目の合計タイム成績で順位づけ処理をする。競技終了処理は部門毎に行うが、旗門・関門不通過者処理の後に成績順位の並べ替え処理をし、最終結果の成績データを印刷並びにファイルに保存してプログラムを終了する。

(g) 旗門・関門不通過者の処理

アルペン競技では旗門、クロスカントリー競技では関門と呼ぶが、この審判員の不通過判定結果の報告を受け選手のゼッケン番号および不通過旗門・関門番号を入力し競技失格者として処理する。

5. むすび

本システムは7年前から福井県スキー連盟主催のスキー競技大会の各種目で使用し、実用上からこれまでに操作面や機能面で改良を重ねてきた。特にスタート信号の伝送を無線化することによりシステムの設置が容易になった。また、タイム成績の計時計算や記録、成績順位の並べ替え処理等をパソコンで支援することにより多くの競技種目及び部門別に正確で迅速な対応ができるようになった。しかも処理結果はプリンタで漢字を用いて印刷出力ができ、従来の方法に比べて競技の計時運営が大幅に省力化され円滑な大会運営が行えるようになった。

さらに、フロッピディスクに保存されている各年の競技大会、種目、部門毎の成績データと大会データ（最大斜度、平均斜度、距離、旗門数、気温、天候等）を解析することで、競技コースや旗門設定等を総合的に評価でき、今後の競技運営上の参考データとしても活用できる。また選手個人の成績データから成績推移を調べるなど選手育成指導に有用な情報が記録保存できる特徴も有する。

本システムはスキー競技だけでなく市民マラソン等の多数の選手が参加する競技の計時システムとして汎用性があり、プログラムによるデータ処理機能の付加や改良も容易であるため拡張性に富んでいる。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、ご支援をいただいた前福井県スキー連盟理事長 原田豊彦氏、沖電気(株) 北陸支社 高木忠昭氏、北陸電気通信監理局 戸澤真也氏、左藤 清氏、大野 和夫氏、NTT北陸総支社 森田耕司氏に謝意を表します。

(参考文献)

- (1) 鈴木康仁，加藤誠，酒井孝則，谷口慶治，原田豊彦：“スキー競技用計時システムの試作”，平成元年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集 B-93.
- (2) 鈴木康仁，小島隆幸，酒井孝則，谷口慶治，原田豊彦：“パソコンによるスキー競技用計時システムの開発”，平成2年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集 B-127.
- (3) 幡生安紀，酒井孝則，谷口慶治，原田豊彦，高木忠昭：“無線伝送方式によるスキー競技用計時システムの試作”，平成2年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集 B-150.
- (4) 加藤浩二，高野和博，酒井孝則，幡生安紀，谷口慶治，浅田勝彦：“パソコンを用いたスキー競技用計時システムの改良”，平成4年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集 B-197.
- (5) 酒井孝則，高畑剛，谷口慶治：“クロスカントリー・スキー競技用計時器の開発”，平成6年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集 B-38.
- (6) 高畑剛，酒井孝則，谷口慶治：“クロスカントリー・スキー競技用計時システムの改良”，平成6年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集 B-39.
- (7) 文部省体育局体育課：“体育スポーツ総覧（ルール）”，スキー競技規則.