

国立屋内総合競技場納  
自動電光掲示装置  
Hitachi Electric Scoreboard

森田和夫\* 曾我政弘\*  
Kazuo Morita Masahiro Soga

内 容 梗 概

日立製作所では、さきにオリンピック東京大会の水泳競技場として新設された国立屋内総合競技場に自動電光掲示装置一式を納入した。本装置は、一般の掲示機能のほかに飛込競技の得点計算や、その結果の掲示を自動的に行なうもので、オリンピック期間中好調に稼働し所期の成果をあげた。本稿では、装置の概要を説明し、あわせてオリンピック東京大会における運用状況を紹介する。

1. 緒 言

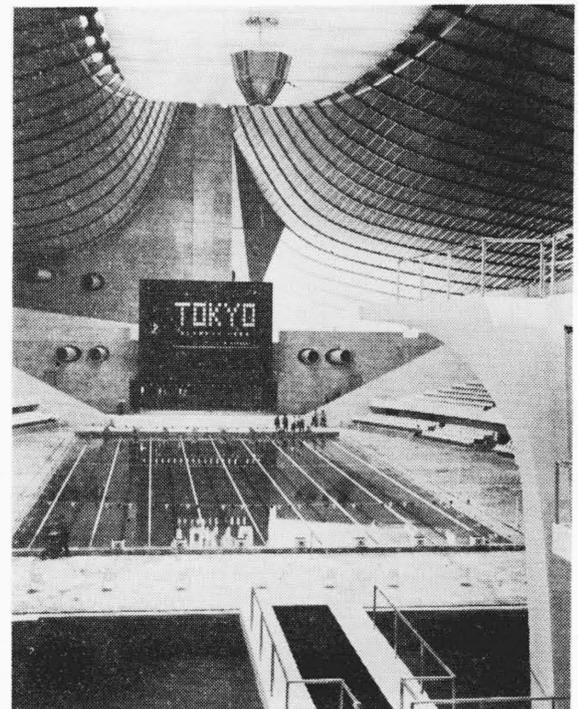
近年、競技場、駅、街頭など、公共性の高い場所において、従来の放送設備のほかに電光掲示板を設置していっそう公示効果を高めようとする傾向がある。

オリンピック東京大会の水泳競技場は、15,000人の観客を収容する世界最大のもので選手、観客、競技場建屋が一体となるよう特別に考慮されている。自動電光掲示装置は、この目的の一環として設置されたもので競技状況の速報のほかふん開気を盛りあげるためのいろいろな掲示を行ない、とくに飛込競技では審判用計算機を連動させて、計算による判定を行なっている。したがって掲示の正確性、速報性は、従来のものと比較してきわめて高い。

本装置は、水泳競技の運営に密接な関係を持つため、設計に際しては特に次の諸点が留意された。

- (a) 信 頼 性
- (b) 操作および保守の容易性
- (c) 速 報 性
- (d) 融 通 性

第1図は掲示板の設置状況を示したものである。



第1図 掲 示 板 正 面

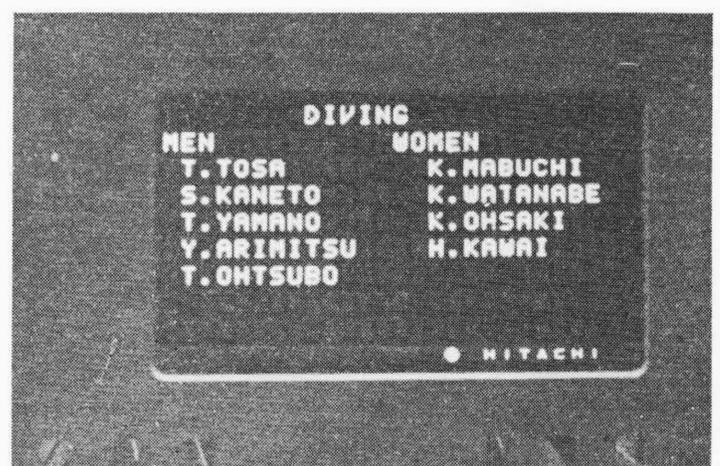
2. 装置の仕様および機能

2.1 水泳競技と掲示内容

競技には、競泳、飛込、水球の3種目がある。競泳では、競技の開始前に種目、コース順、選手氏名、国籍の紹介掲示を行ない、終了後は、成績順に順位、氏名、国籍、タイム、記録の種類を掲示する。飛込競技では、競技前に種目、氏名、国籍、飛込の型、踏切などを紹介し、飛び込んだ直後、7人の審判員の評点、計算結果、累計得点の掲示を行ない、全選手の競技が終了すると、入選者を紹介する。また、水球では最初に選手、レフェリーの氏名、国籍を掲示し、試合中は、経過時間、得点などを掲示して競技の進行状況を観客に知らせる。このほかにたとえばオリンピックマークなどを掲示して、会場のふん開気を盛り上げるよう考慮した。第2図は飛込掲示の例を示したものである。

2.2 飛込競技の審判計算

飛込競技は、高飛込と飛板飛込に分けられるが、審判計算はいずれも FINA (国際アマチュア水泳連盟) の競技規則に従って次のように行なわれる。審判役員は審判長と7人の審判員の合計8名で編成され、評点は7人の審判員がそれぞれ独立に与える。審判長は、主観を排し、正当な評点を得るため、これら七つの評点のうち、最大、最小の各評点を除外し、残りの五つの評点を平均し、さらに競技の難易により定められた難易率を乗じ、その結果を選手の得点と



第2図 飛 込 掲 示 の 例

して通告する。なお反則のあった場合には平均値より2点減点する。順位づけは、予選、決勝の競技で、数種の飛込を各選手別に行ないこれらの累計得点を計算して決定される。

以上の審判計算を要約すると次のようになる。

(a) 得 点 計 算

正 規 の 場 合

$$\text{得点} = \frac{A+B+C+D+E+F+G-A-G}{5} \times \alpha \dots (1)$$

反則により減点する場合

\* 日立製作所国分工場

$$\text{得点} = \left[ \frac{A+B+C+D+E+F+G-A-G}{5} - 2 \right] \times \alpha \dots\dots\dots(2)$$

ただし、A~Gは各審判員が与えた評点(0.0~10.0)  
 αは難易率(1.1~2.8)  
 -2は減点

A ≥ B, C, D, E, F ≥ G  
 (b) 累計値計算(各選手別に行なう)

$$S_n = \sum_{m=1}^n a_m \dots\dots\dots(3)$$

ただし、S<sub>n</sub>: n回目に得た累計得点  
 a<sub>m</sub>: m回目の飛込における得点  
 n: 飛込回数

2.3 装置の具備すべき制御機能

掲示装置を円滑に運用するためには次の諸制御機能が必要となる。

- (a) 文字設定.....第3図の方式により入出力装置を経由して文字を装置に設定する。
- (b) 座標指定.....掲示板上の文字座標を任意に指定できる。
- (c) 点減制御.....掲示板上の文字ランプを必要に応じて点減する。
- (d) 照度調節.....競技場内の照度により文字ランプの輝度を調節
- (e) 文字修正.....任意の座標にある文字を変更できること。
- (f) 電源制御.....電源電圧の調整

- (g) 監視機能.....各機器の動作状態、異常の有無の監視
- (h) 表示機能.....操作員、審判員に対する操作時期などの表示
- (i) 機器のオンライン、オフラインの制御
- (j) 審判計算機能

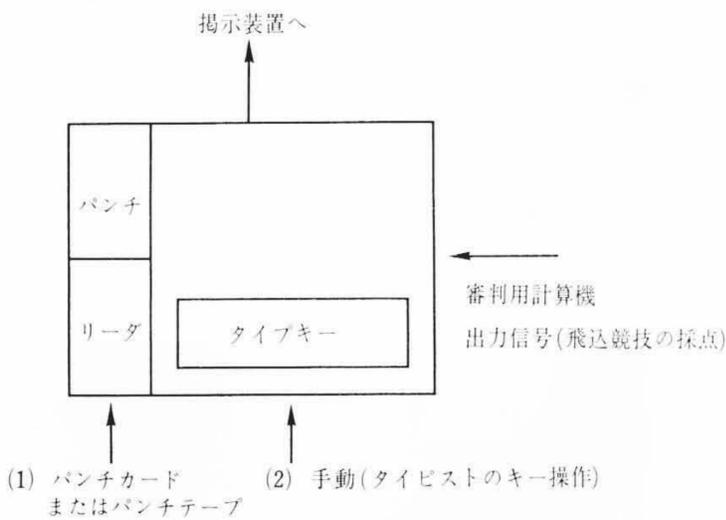
これらは自動的にあるいは中央の操作箱の指令により遠隔制御され、審判長、審判員、オペレータ、タイピストなど多数の人の操作によっても円滑に運用できるよう各種のインターロック機構がついている。

2.4 システムの構成

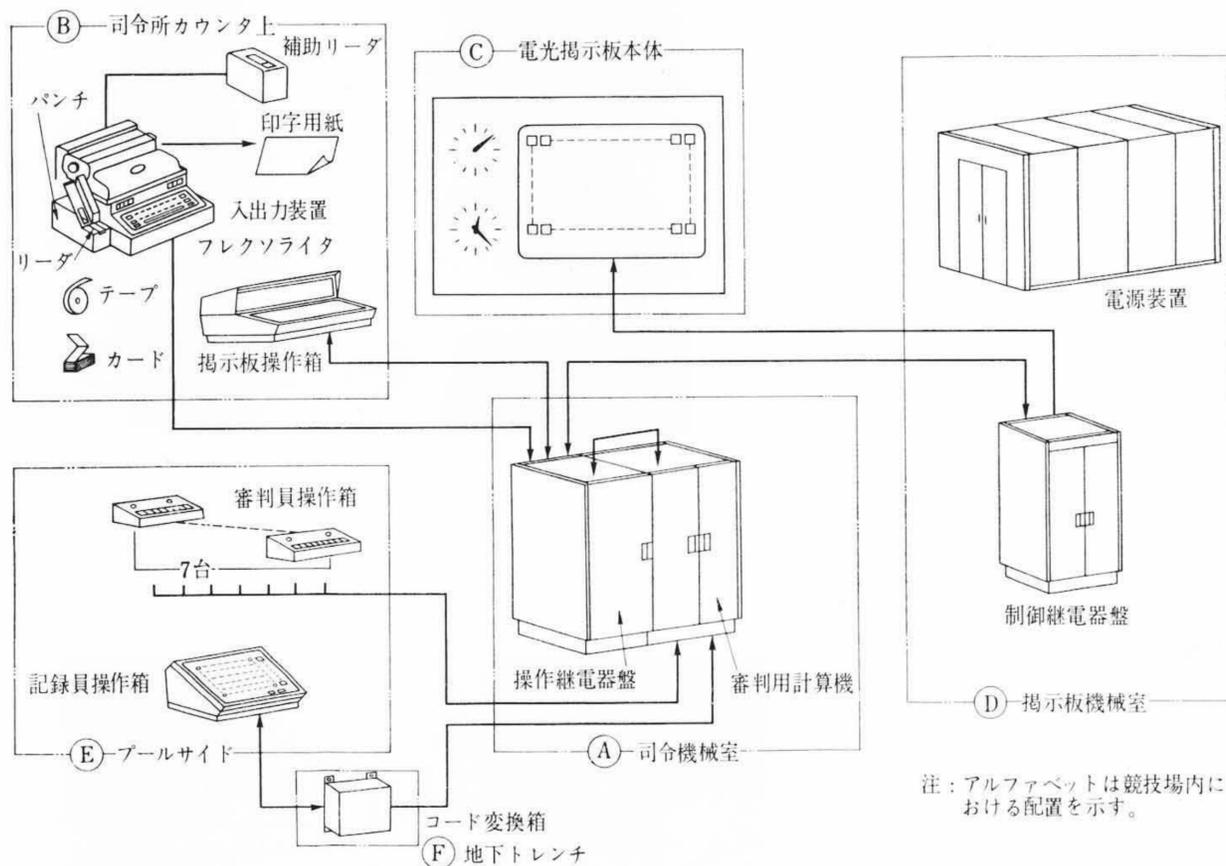
第4図に掲示装置の機器構成図、第5図に各機器の配置図を示す。

飛込競技を除く他の掲示では、審判用計算機、審判員、記録員各操作箱はオフラインとなる。2.2で述べたようにして与えられた情報は入出力装置で8単位コードに変換され、操作継電器盤を経て、制御継電器盤へ送られる。ここで信号は座標、文字の両信号に区分され、前者は座標選択回路を動作させて文字を設定する文字ユニットの点灯記憶回路を選定する。後者は、デコーダでコード変換され、文字を形づくる信号となって指定された座標の文字ユニットへ送られ、点灯記憶回路を保持させる。

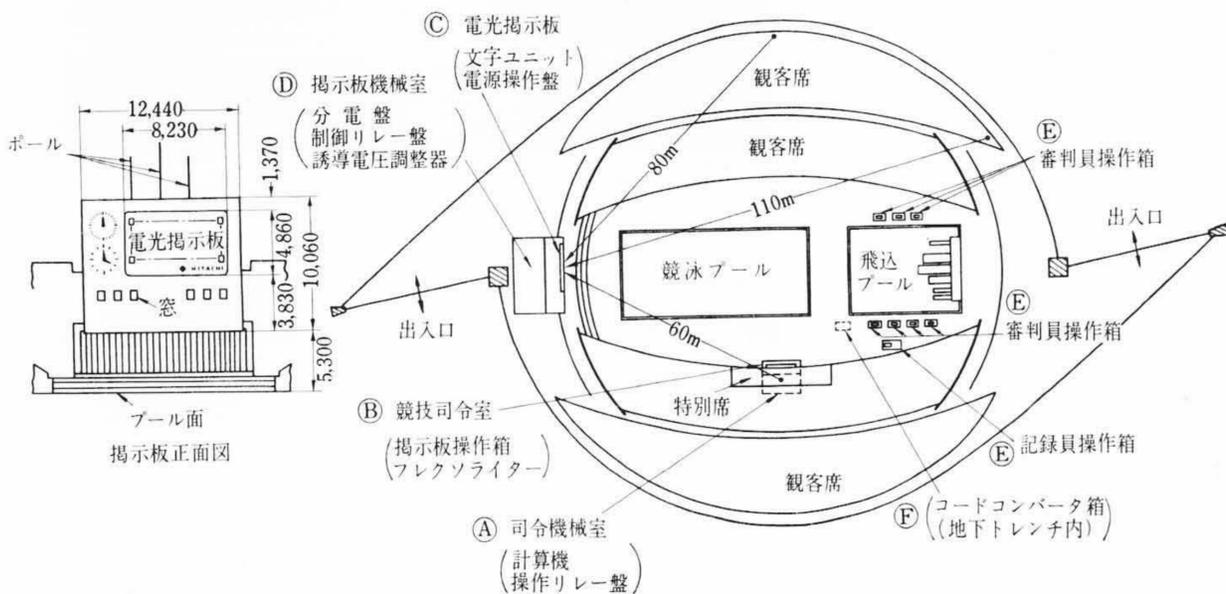
飛込競技では全機器がオンラインとなる。7台の審判員操作箱からそれぞれ送られた評点信号は、計算機のレジスタにセットされ、コード変換箱を経由して記録員操作箱上のラ



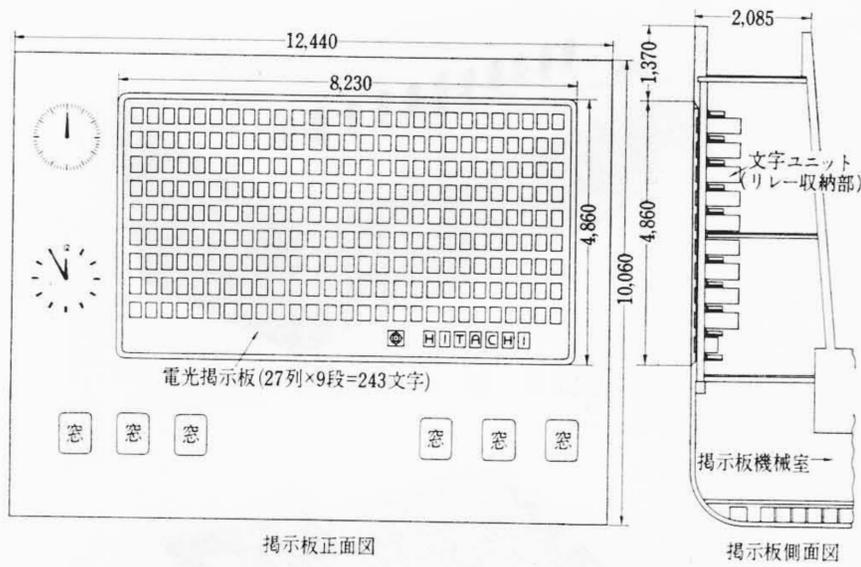
第3図 掲示情報の与え方



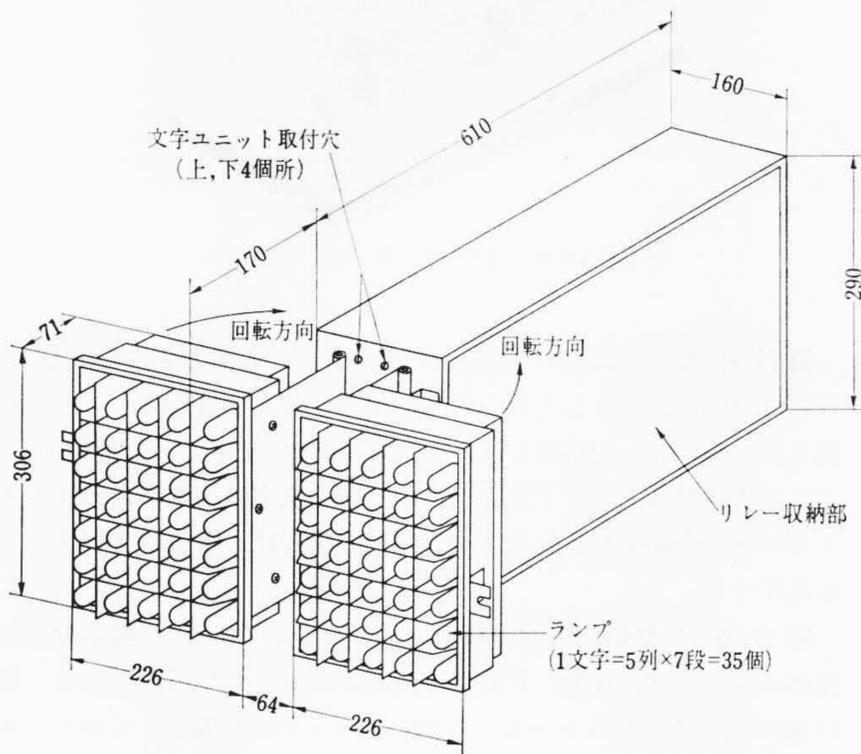
第4図 機器構成図



第5図 競技場内機器配置図



第6図 掲示板構造図



第7図 文字ユニット詳細図

ランプを点灯して採点状況を審判長に知らせる。審判長は、最大、最小評点をオミット用押ボタンでロックし、スタートボタンを押す。この操作により計算機は計算を開始し、終了とともに7人の評点、続いて計算結果、累計得点を自動的に掲示する。掲示内容は掲示板へ文字を読み込む際、入出力装置により印字されるので、掲示板が点灯する前に内容チェックができる。装置の操作には、システムオペレータ1人、タイピスト1人があたり、前者は、掲示板操作箱上に設けた各種ランプにより全機器の動作状態の監視、および掲示板点滅指令ボタンの操作を行なう。後者は、競技当日までにパンチカードの準備を終え、競技中はカード、印字用紙を入出力装置にセットすることと印字内容のチェックを行ない、競泳のタイムのみをタイプする。

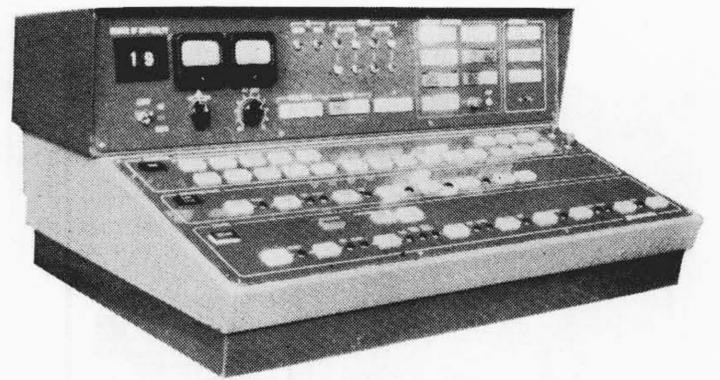
### 3. 装置を構成する機器

本電光掲示装置を構成する主要機器について概要を述べる。

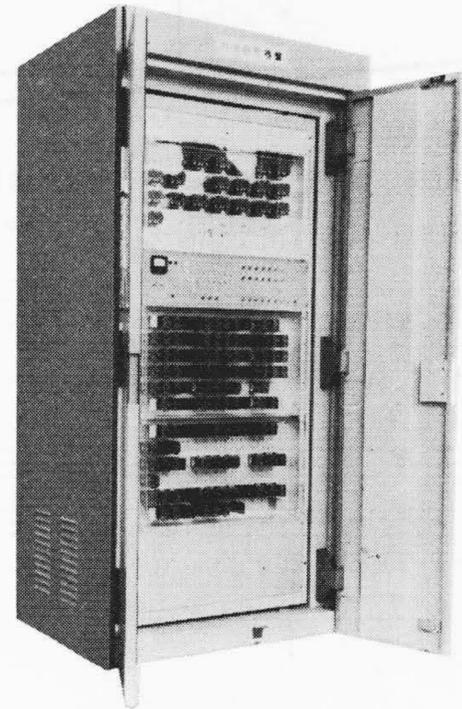
#### 3.1 電光掲示板本体

掲示方式には、簡単な字幕式のものからエレクトロルミネッセンスに至る種々の方式があるが本装置では実用性の点からランプで文字をえがく方法を採用した。次に掲示板本体設計上の問題点のうちおもなものについて述べる。

第6図は掲示板の各部寸法を示したものである。掲示板全体の寸法は、競技場の建築構造より高さ6m幅9mに制限され、この範囲



第8図 掲示板操作箱



第9図 制御継電器盤

に9行27列の文字を収容することが前提条件となった。一方、競技場内における掲示板の位置と観客席との関係は第5図のとおりで、観客席の中央に位置するロイヤルボックスから掲示板まで60m、最も遠い観客から掲示板まで120mである。

1文字を形成するランプの数は、信頼性を上げる点からも必要最少数を選び、かつ点灯字体が見やすいランプ配列としなければならない。種々検討の結果7行5列合計35個のランプで1文字(掲示板としては243文字計8,505個である)を構成した。ランプは、点灯していないときに目だたぬように管体ガラスが透明で点灯時は淡い感じの出る日立スワン形ランプ(直径20φ, 110V, 15W)を使用した。塗色は建屋内装色との調和をこわさぬようダークブルー、ライトブルー、黒の3色につき比較検討して、黒の艶消しを採用した。このほか、文字の読みやすさは、ランプの輝度に関係があるため、場内の照度に応じてランプ電源を電圧調整器により調整し、常に最適輝度で点灯できるようにした。

文字掲示部は

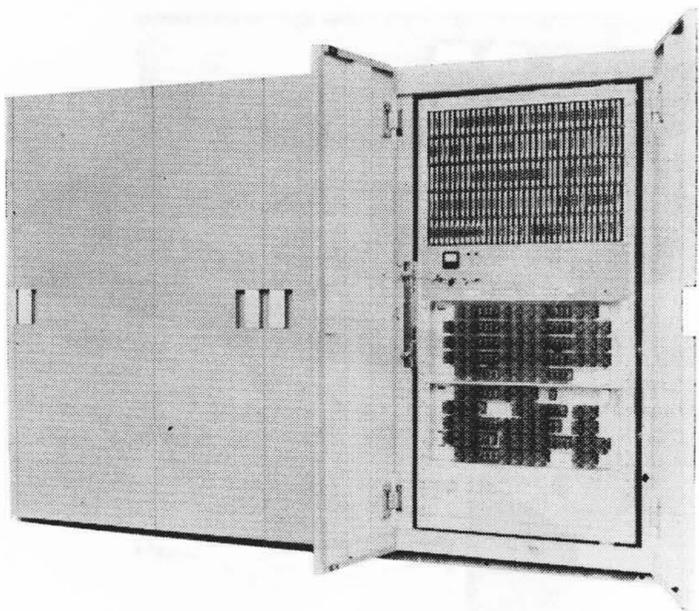
- (1) ランプは掲示板裏面より容易に交換ができること。
- (2) ランプ点灯用保持回路のリレーを内蔵すること。
- (3) ランプの熱はできるだけ掲示板前面に発散すること。
- (4) 防じん構造であること。
- (5) 保守点検に便利なこと。

の条件を満足するものとして第7図の構造が採用された。これらの文字ユニットを競技場正面にはったみぞ形鋼に取り付け掲示板を形成した。

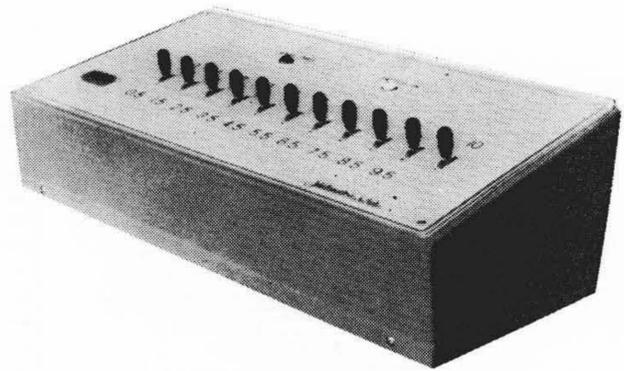
#### 3.2 掲示板制御機器

第8図に掲示板操作箱、第9図に制御継電器盤、第10図に操作継電器盤(左端)を示す。

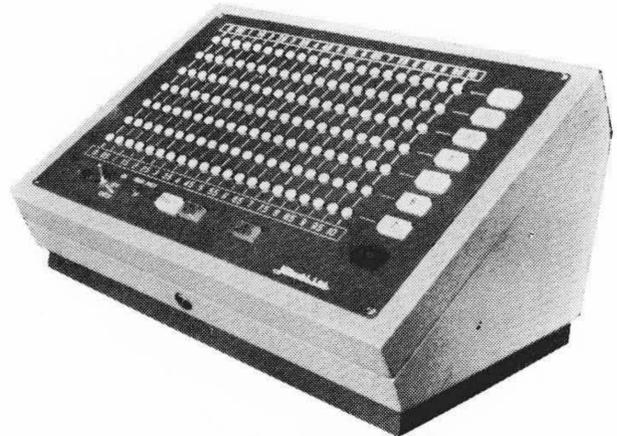
掲示板操作箱は、さきに述べたように掲示装置全システムの遠隔



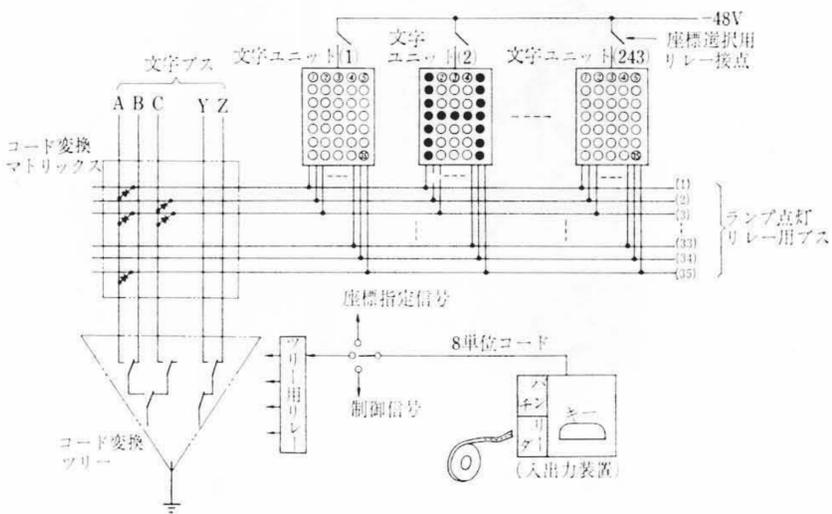
第10図 審判計算機および操作継電器盤



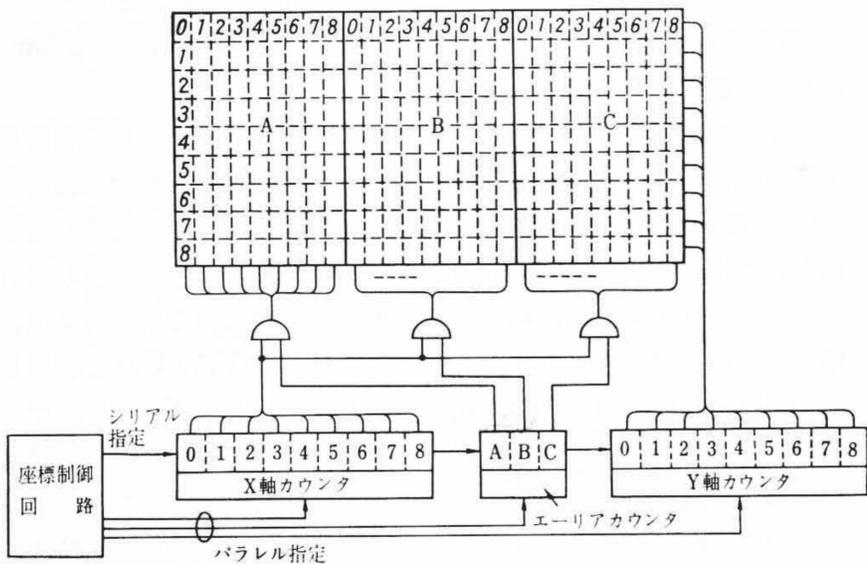
第13図 審判員操作箱



第14図 記録員操作箱



第11図 文字設定原理図



第12図 座標指定原理図

操作、動作状況の監視を行なうものでシステムオペレータが操作する。操作面は、用途別に競泳操作、飛込操作、一般掲示操作、各部監視、緊急操作、インターホン呼出しの6区分とし、操作を容易にした。また、競泳、飛込の各区分には競技進行の動作フローに対応して状況を表示するランプを設け、装置の動作が正常であることの確認を可能とした。また動作フローに従い押すべきボタンは次々と自動的に点灯して操作手順をオペレータに知らせ誤操作を防止するとともに、押したボタンは自動的に消灯して操作の確認が同時にできるようにした。

次に操作継電器盤、制御継電器盤は主として文字設定、座標指定、点滅制御を行なう。

第11図は、文字設定の原理を示したもので、入出力装置の出力は、8単位の接点出力として得られる。このうち文字信号は、コード変換ツリーのリレーを励磁し、コードに対応した文字ブスを選択する。ここで文字ブスとランプ点灯ブスの交点を文字の字体に合わせてダイオードで接続すれば入出力装置の出力信号は、所望の文字ランプを点灯する。

第12図は座標指定の回路構成を示したものである。掲示板上の文字ユニットは、X軸、Y軸、エリアの3次元で指定される。第11図の座標選択用リレーは、各文字ユニットに内蔵されており、X軸、Y軸、エリアの3カウンタの出力信号により励磁される。文字の設定、点滅制御信号の文字ユニットへの分配はこれらの座標選択信号と同期して行なわれる。点灯動作は設定動作に追従して行なわれる場合と、全設定終了後同時に行なわれる場合があり、任意に切り換えができる。

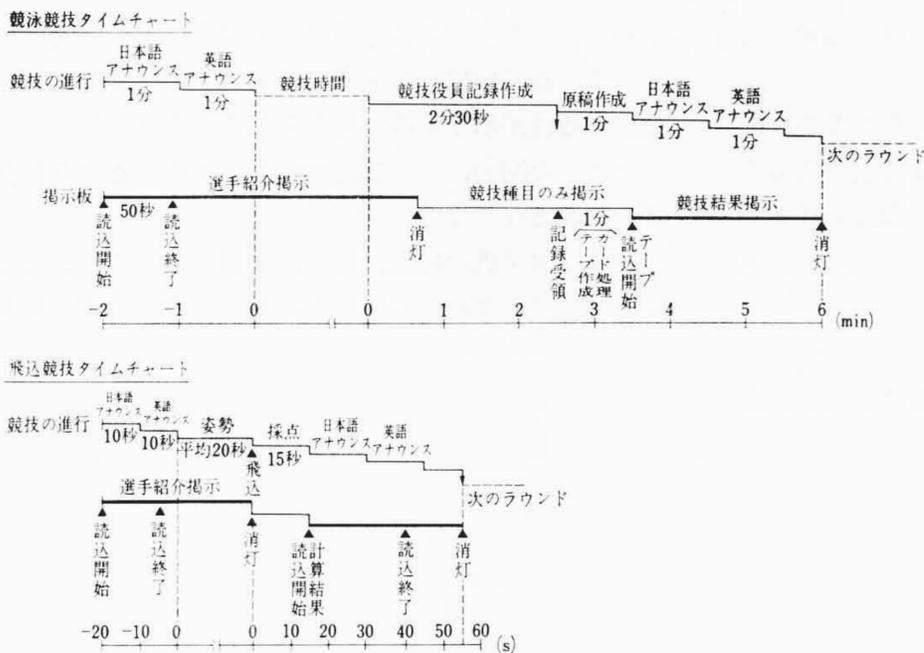
### 3.3 審判用計算機と付属機器

第10, 13, 14図はそれぞれ計算機本体、審判員操作箱、記録員操作箱を示したものである。

審判員操作箱は、7人の審判員おのおのに1台ずつあって、隣の審判員との遮へい用板を備えた台に固定してある。箱の上面には、採点可能期間にあることを示すグリーンランプ、採点が確実に計算機に受け入れられたことを示す確認用白ランプ、訂正用押ボタン、採点キーなどが配置されている。採点キーを倒すと、評点信号は、2進コードで計算機へ送られレジスタをセットし白ランプが点灯する。なおセットと同時に2重採点を防止するロックがかかるので評点を変更する場合はグリーンランプ点灯中であれば、訂正ボタンによりリセットして再評点を行なう。

記録員操作箱には、審判員の採点状況を示すランプ群と、オミット用押ボタン、計算機スタートボタン、減点ボタン、グリーンランプ、訂正用ボタンなどがある。計算機のレジスタに置かれた評点内容は、コード変換箱で10進数に変換され、記録員操作箱上のランプに表示される。記録員(あるいは審判長)は、このランプにより全審判員の採点終了を確認するとともに最大、最小の評点に対応するオミットボタンを押す。

審判用計算機は、評点レジスタ以外すべてトランジスタ論理要素



第15図 タイムチャート

飛込順	氏名	国籍	飛込種目NO.	型	踏切	難易率	記号	数値	番号
0 1 2 3 4 5 6 7 8			0 1 2 3 4 5 6 7 8	0 1 2 3 4 5 6 7 8	0 1 2 3 4 5 6 7 8				
A			B			C			
コースNO.	順位	氏名	国籍	記録	備考				

第16図 カード

種目	NO.		
コースNO.	飛込順		
氏名	国籍		
飛込種目NO.	型	踏切	難易率
		記号	
順位		数値	
記録	備考		
検印	検印		
I. D. NO.			

で構成されている。この論理要素はすでに多くの実績をもつデータロガー用論理素子を用い、0~40°Cの環境条件に対しても安定に動作する。論理設計に際しては、特に機能を掲示板との結合、審判計算に絞って回路構成を簡略化した。なお審判用計算機を使用する場合の座標指定はすべて計算機が行なうこと、大容量記憶装置を使用していないことなどが特長となっている。記憶容量は、2.4で述べたような審判計算を行なうため、原理的に全競技に対してすべての選手氏名、国籍、難易率、累計得点を記憶する容量が必要である。本計算機では、装置の複雑化を防ぐ目的でパンチカードを大幅に利用し、大容量記憶装置と等価な機能を果たさせている。以下に審判計算におけるカード処理方法を述べる。

まず最初に、選手が飛込台に立つ直前に飛込順、氏名、国籍、飛込種目No.、型、踏切を掲示する。そのときの文字設定用カードは第16図に示すとおりである。カードには、掲示内容につづいて計算機読込コード、難易率、累計値をパンチする欄があり、累計値を除く他の二つは、競技開始前にパンチしておく。したがって、難易率は紹介掲示の際計算機に読み込まれ、審判計算の準備が完了する。次に累計得点の計算を行なうには、同一選手の次回の飛込に使用する紹介掲示用カードを入出力装置のパンチにセットする。この状態で計算機がスタートすると、七つの評点、計算結果である得点の掲示が行なわれ、続いて入出力装置は計算機の制御信号によりカードのパンチができる状態となる。次に計算機の累計値レジスタの内容に得点を加えた結果が計算機の出力信号として入出力装置に与えられ、累計値の掲示と、次回の紹介掲示用カードに対するパンチが同時に行なわれる。このため第2回目以降の紹介掲示用カードには、計算機読込コードに続いて難易率、前回までの累計得点がパンチされることになる。

#### 4. オリンピック東京大会における運用実績

水泳競技は10月11日~18日の9日間にわたり行なわれた。以下

にその運用状況の概要を述べる。

##### 4.1 競技と掲示のタイムスケジュール

オリンピック東京大会は水泳競技のみを考えても選手、役員および観客の数において従来にない規模になると予想されたので、競技の進行をスムーズに行なうため多大の努力が払われた。なかでも電光掲示と場内アナウンスが競技の進行を規制するので両者を同期させる問題、掲示を迅速に行なうための記録の入手方法、カードの処理方法などに検討を要した。競技の進行については、全日本学生選手権大会、日米水上競技大会などの進行状況を実測し、掲示装置の動作、運用の目安とした。オリンピック大会では、日本語および英語でアナウンスをするので、第15図のようなタイムスケジュールを作った。大会期間中、競泳については記録の入手時期の問題、記録訂正などのため待時間の長い場合もあったが、全般的には当初予定したスケジュールより短めであった。飛込競技は、採点以降の操作を自動化したため、すべて予定時間内に終了した。

##### 4.2 カードの処理

参加選手の氏名、国籍、種目などは大会開始の数日前までに判明したので第16図のパンチカードに競技結果の欄以外のすべての記入、パンチを終了して大会を迎えた。したがって当日のタイピストの作業負担は著しく軽減された。すなわち、競泳の選手紹介に必要なすべての掲示内容と座標をパンチしたカードを準備し、また競技結果の掲示は着順に従って行なうため、氏名、国籍のみをパンチしたカードを選手おのおのに準備して競技開始前に記録役員が保管する。結果が判明すると役員はカードに記録を記入し、着順に並べかえてタイピストに渡す。このカードは入出力装置のリーダーにかけられ、一方パンチには新しいテープをセットしておく、さらにこの場合の入出力装置は補助リーダーにかけられたマスターコントロールテープにより制御される。その結果タイピストがスタートキーを操作した後は、カード、テープのコントロール、座標の指定は自動的に行なわれる。役員が記入した記録をパンチする個所では自動的にカ

ードリーダーがストップするのでタイピストは、記入された記録を読みつつタイムのみをパンチすればよい。

以上の過程で同時に印字用紙に掲示内容が印字されるのでこれを見てチェックが行なわれる。飛込競技においても3.3で述べたように、全選手について必要な情報をパンチしたカードが大会当日までに準備された。これらのカードは合計約3,000枚に達した。

### 5. 結 言

オリンピックの期間中、装置は好調に動作し、所期の目的を達成

することができた。この種の装置は今後、公共施設における速報用として、あるいは、工業用、交通管制用としても応用が広く、ますます重要性が増すものと考えられる。それに伴い、文字を形づくる発光素子の開発、および掲示装置と他の機器との結合などが今後の研究課題となろう。

最後に本装置の採用、検討、設置、運用についてご指導とご協力いただいたかたがたに深甚の謝意を表する次第である。



## 特 許 の 紹 介



特許第314835号(特公昭37-6182号)

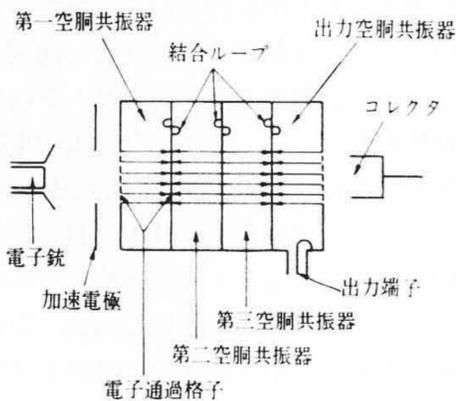
沢田良嘉・金子洋一

### 直 進 形 超 高 周 波 用 電 子 管

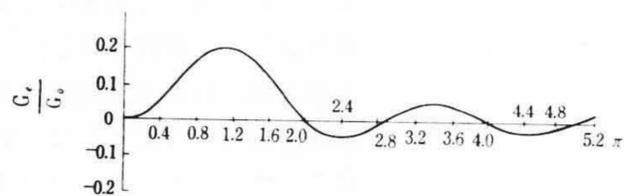
従来の超高周波電子管においては回路を伝播する電波の基本波成分の速度または空間高調波の速度と電子速度とをほぼ一致せしめて発振または増幅作用を得るが、基本波を用いるものは電子の速度を大きくする必要があり、高調波を用いるものは一般に基本波成分の電場よりも小さいので低能率であるなどの欠点があった。

本発明はこれらの欠点を除去するためになされたもので第1図に示すように互いに超高周波的に結合された複数個の空洞共振器を配置し、これらの空洞共振器内の電磁界を各隣接同志逆位相に励起するように構成し、複数個の空洞共振器を通過する電子流の走向角を $2n\pi + 0.3 \sim 0.9\pi$  ラジアン(ただし $n$ は零また正の整数)になるように

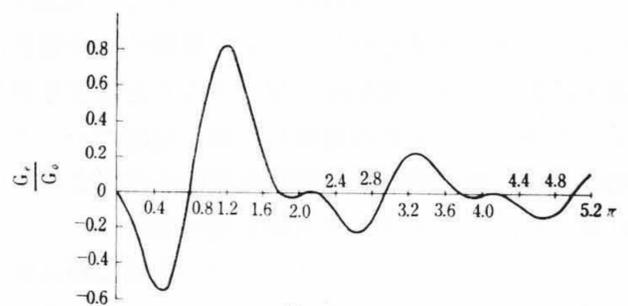
したものである。第2図は第1空洞共振器について超高周波ビームコンダクタンス $G_e$ と直流ビームコンダクタンス $G_0$ との比を表わすもので、電子走向角 $2.4\pi, 4.4\pi, \dots$ 付近において負のビームコンダクタンスが最大になるが、その値は5%程度であるので損失などによって発振しない。第3図は第2空洞共振器について示したもので電子走向角が $2.6\pi$ で負のコンダクタンスが20%程度になる。さらに出力空洞においてはその値は110%程度になる。以上のように本発明は複数個の共振器を設けることによって任意の大きさの負のビームコンダクタンスが容易に得られるため高能率な電子管として動作する利点がある。(米田)



第 1 図



第 2 図



第 3 図