

標準電波JJYを使った同期発光型道路用視線誘導標

北海道ポリテクカレッジ
(北海道職業能力開発大学校)

中村 聡・佐藤 龍司・吉野 正樹・西野 元一
恩田 邦夫・瀧田 大亮・旁川 文彰

1. はじめに

筆者らは、これまでに道路などでの夜間、濃霧、降雪といった視界不良時における安全性確保を目的とした視線誘導技術に関する調査・検討を行い、具体化に向けた技術開発を行ってきた。そして、平成14年度に新しいタイプの自立発光型視線誘導標を開発した¹⁾。この視線誘導標は発光体としてLED、電力の供給源として太陽電池、蓄電には電気化学キャパシタを使用し、1秒間に2回の点滅を繰り返し夜間などの視界不良時に運転者に道路形状を伝えるもので、低価格で長寿命、ランニングコストがかからないメンテナンスフリーを実現している。平成14年度事業主団体研究開発支援事業の協力団体傘下企業によって製品化され、現在東北地方北部を中心に設置使用されている。

視線誘導標は道路に沿って一定間隔で複数台設置される。このとき個々の視線誘導標が個別に発光するため、道路に並んでいる複数の視線誘導標の発光は同期せずバラバラになる。発光を一斉に揃えたとしても内部回路で使用している発振器の精度に限界があるため、時間が経過すると発光のタイミングがずれることは避けられず、一時間で最大約0.2sのズレが生じる可能性がある。

そこで平成15年度に、複数の発光型視線誘導標が同期して発光・点滅するように改良することを目的に、同期信号として標準電波JJYを使用する同期発光型の視線誘導標を開発した。同期発光させることに

より、運転者の視線誘導をさらに適切に行えるようになる。

2. 同期発光の方式

現在道路で使用されている発光型の視線誘導標にはさまざまなタイプがある。複数ある間隔で道路に沿って設置した場合、各視線誘導標が同時に同期して発光することで、道路の形状や遠近感が視覚的に運転者に伝えられ、安全性が高まると考えられる。しかし、同期発光型の視線誘導標は種類が少ないようである。

同期発光させるためには各視線誘導標に同期信号を送る必要がある。その1つの方法として、同期信号を発生させる基地局から各視線誘導標に有線で信号を送る方法がある。この方法では、システム全体としては比較的簡単となるが、配線工事やメンテナンスなど初期費用とランニングコストがかかる。基地局から各視線誘導標に無線で同期信号を送る方式では、配線工事が不要となるが、初期費用とランニングコストは必要である。

そこで本装置では、基地局を新たに設けることはせずに同期信号を得るために、一般に開放され利用可能な電波を利用する方式をとることにした。1秒間に2回の発光を同期させるためには、秒単位の精度で同期信号を発生させる必要がある。毎秒正確な信号を送信されている電波として利用可能なものに標準電波JJYやGPSがある。

標準電波JJYおよびGPSについて調査を行った結

果，本視線誘導標に必要な数十ミリ秒の精度での同期信号の発生は両者とも可能であった。それぞれの信号の受信に必要な部品・電力を比べると，GPS受信機を使用するより標準電波JJY受信回路のほうが安価で装置の小型化が可能であり，また消費電力が小さいことがわかった。そのため，同期信号として標準電波JJYを使用する方式を採用することにした。

JJY方式を採用することで受信装置が小型・省電力となり，平成14年度に開発した視線誘導標に，太陽電池などの電源回路をほとんど変更することなく同期回路を組み込めるため，開発コストおよび製品コストを抑えることもできた。

3．標準電波JJY

標準電波JJYは日本の時刻と周波数の基準として使われる電波で，福島県から40kHz，佐賀県から60kHzで送信されている²⁾。JJYのタイムコードの例を図1に示す。1秒ごとに時分などのタイムコードを含んだパルス信号を発信し，各パルスの立ち上がりが正確な秒を表している。パルス幅は，0.2s，0.5s，0.8sの3種類で，これらを組み合わせたタイムコードを60秒間受信し，これをデコードすると正確な時刻を知ることができる。0.2sのパルスがデータの区切り(マーカー)，0.8sが2進の0，0.5sが2進の1を表している。現在，JJYを使った電波時計が安価に製品化され普及している。

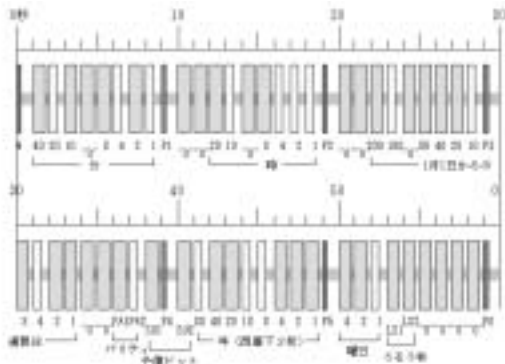


図1 JJYタイムコードの例
(日本標準時グループホームページ²⁾より)

正確に時分秒を知るためには，数分間タイムコードを受信しデコードする必要がある。本装置ではJJY信号のパルスの立ち上がりを検出して同期信号を発生させるだけで，データのデコードは行わないため，10秒程度受信できればよい。

なお，ほかの電波の影響を受けやすい所，季節や天候，設置場所の地形，時間帯によっては標準電波JJYを受信しにくいことがある。

4．装置概要

今回開発し製品化された視線誘導標を図2に示す。直径約60mm，高さ約600mmの円柱にLEDを4個取り付けたアクリルロッドが発光する。上部の太陽電池パネルを取り付けたケース内にJJY受信用バーアンテナ，制御回路基板と電気化学キャパシタを収めている。ケースはプラスチック製でサイズは高さ180mm，幅110mm，奥行90mmである。道路に設置するときは設置場所に応じたベースに取り付け，ケースは太陽電池が南に向くように固定する。

本装置の構成概略を図3に示す。電源は太陽電池および電気化学キャパシタを使い，メンテナンスフリー化を実現している¹⁾。北日本での使用を目的としているので，福島局40kHz受信専用とし40kHz用バーアンテナとJJY受信専用ICで受信される。受信用ICでは，受信信号を増幅，検波し，図4に示すようなパルス化されたタイムコードを出力する。

PICマイコンを中心とした制御回路では回路内部の発振器(32kHz)からの信号とJJY受信回路からの信号を同期させ，1秒間に2回の周期でLEDを点滅させる信号を作り出している。

日中は太陽電池で発生する電力を電気化学キャパシタに蓄電する。視線誘導標の周囲が暗くなり太陽電池の発生電圧が低下すると発光を開始する。

JJYタイムコードのパルス幅は0.2s，0.5s，0.8sの3種類であり，各パルスの立ち上がりが正秒となる。そこで，PICのプログラムで，立ち上がりからパルス幅が0.2s以上0.8s以下のパルスが10秒間程度連続し

て受信できた場合、JJY信号を正しく受信しているとみなし、LEDの発光信号を正秒でリセットしJJYに同期して発光する。JJYの受信状態が良い場合、1分間に3～4回同期信号を発生できる。

一方、JJYが受信できないと判断されたときは、回路内部のクロックのみを使ってLED発光信号を制御する。本装置を設置する場所が屋外、利用する時間帯が夜間であること、また冬期間にも使用するため、周囲温度に依存する発振器の精度が悪くなる。一時

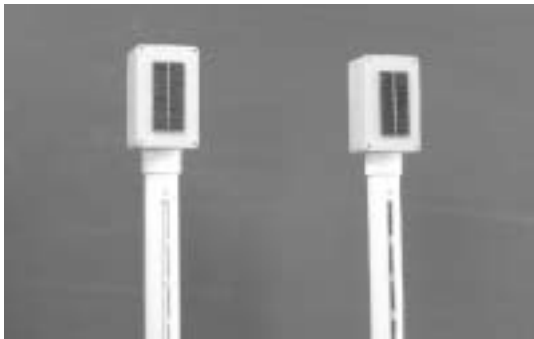


図2 製品化された視線誘標

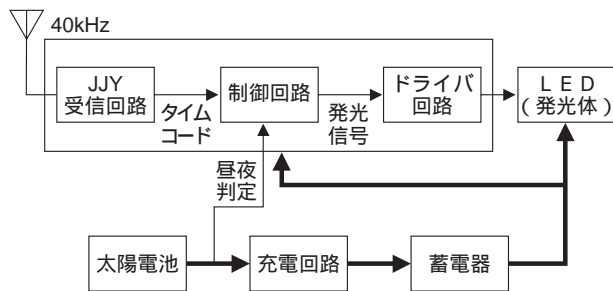


図3 ブロック図

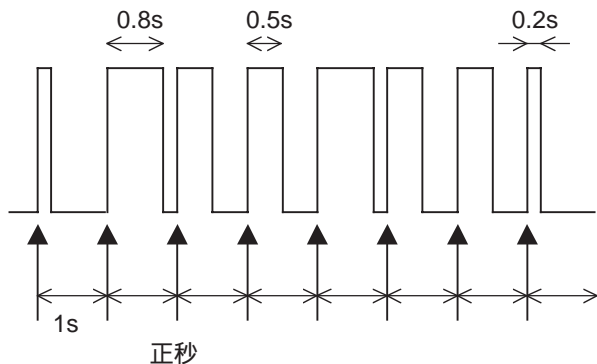


図4 タイムコードパルス



図5 試作回路基板

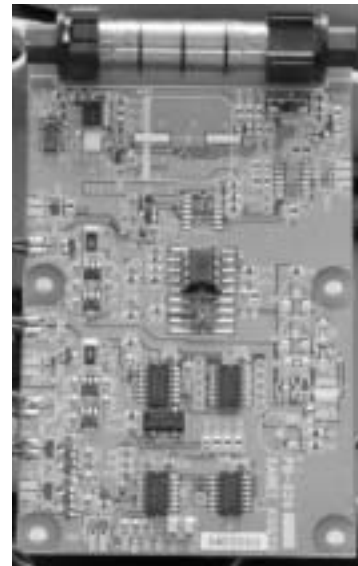


図6 製品化した回路基板

間に最大0.2秒のズレが生じる可能性があり、複数の視線誘導標の点滅がバラバラになってしまう。そのため、一時間に数回同期信号を発生させることが必要である。

図5に本装置試作のために作製したプリント基板、図6に製品化されたプリント基板を示す。試作基板を使って回路の特性やノイズ対策方法などの検証を行い、JJYを可能な限り正確に受信できるように、製品に使用するプリント基板の設計へとつなげた。

同時に、PICプログラムのチューニングを行い、JJY信号検出のための最適なしきい値等を求めていった。

5. 動作試験結果

図7に示すように、実習室内で複数台の視線誘導標を並べ同期の有無を調べた。電力は太陽電池ではなく外部電源から供給し、昼夜の区別なく観測した。当初は目視で発光が同期しているか否かを観測していた。しかし、この方法では定量的なデータは収集できず、観測したときの9割程度で同時に発光していることが確認されたにとどまった。

その後電子技術科の総合制作実習テーマの1つと



図7 動作試験の様子

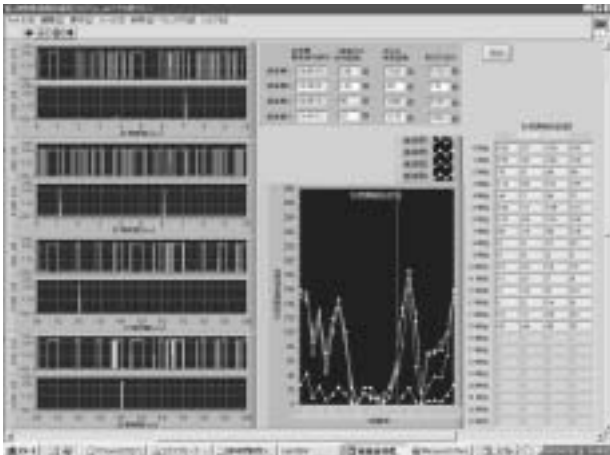


図8 観測システム画面

して、視線誘導標の同期信号発生回数を自動的に検知・収集する観測システムを製作し、連続的・定量的にデータを収集できるようになった。図8に観測システムの表示画面を示す。このシステムは、4台の視線誘導標それぞれがLEDの発光時期をJJYに同期させるようにリセットする信号を検知し、その時刻を記録・収集するものである。観測画面には、各視線誘導標が受信しているJJYタイムコードや1時間当たりに各視線誘導標が同期信号を発生した回数を表示している。

収集したデータをもとに、視線誘導標別の1時間当たりの同期信号が発生回数を集計した結果を図9に示す。4台の視線誘導標の同期信号が、多いときでそれぞれ1時間に200回程度、少ないときでは1時間に数回発生した。1日のなかでは、同期しやすい時間帯と同期しにくい時間帯が観測された。おおむね夜間のほうが同期しやすい。これは、夜間にはノイズの原因となる実験機器等が止まっていることが原因の1つと考えられる。また、日によっても同期回数が多い日と少ない日がある。日中は同期回数が少ないが、本装置は夜間に使用されるものでなので、実用上問題は無い。

これらの観測は実習室内で行っており、同じ部屋で使用している各種の電子機器の影響を受け正確にJJYを受信しづらい環境である。実際にこの視線誘導標を設置する屋外では、JJYの受信感度が向上すると考えられる。したがって、室内でこれだけの精度で同期していれば実用的と考えている。今後、屋外に

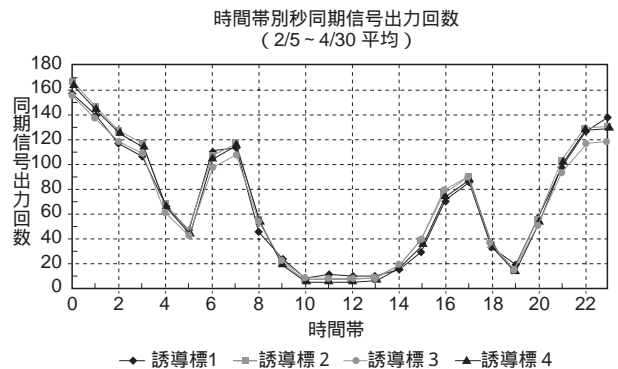


図9 観測結果例

において実際に道路に設置した場合と近い条件での観測も行う予定である。

なお、実際に視線誘導標を設置したときには、日中には動作を停止し充電のみを行い、夜間のみJJYの受信と発光を行う。

6. おわりに

本報告では、筆者らが開発した標準電波JJYを使用した同期発光型道路用視線誘導標について述べた。今回開発した視線誘導標は、協力事業主団体傘下の企業によって図2に示すものが製品化された。本製品は、平成16年2月に青森県に設置され安定した動作を続けている。防雪柵に取り付けられた様子を図10に示す。手前側3本の位置を矢印で示している。図11より、夜間同時に発光している様子が確認できる。

今後は、さらに視認性を高めるために発光色や発光パターン等について研究開発を進めていく。最後に、本開発および製品化にご協力いただいた関係団体、ならびに企業関係者のみなさまにお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 吉野ほか：「道路用自立発光型視線誘導標の開発」, 東北北海道ポリテクニクビジョン, 2003.
- 2) 日本標準時グループホームページ
<http://jjy.nict.go.jp/JJYpamp/index.html>



図10 昼間



図11 夜間

図10, 11 防雪柵に設置された視線誘導標

