ヘルメット装着型指向性警報装置の開発

小村　芳生[1]

[1]株式会社シンク・フジイ　開発部.

工事現場の深刻な事故を減らすためには軽微な不安全行動[1)]（ヒヤリハット）から排除していくことが重要である。不安全行動を見つけた時は声をかけて注意すべきだが、軽微な違反ほど、年長者に遠慮したり無関係な人の作業を止めることを恐れて声掛けを躊躇うことが多い。躊躇わずに知らせるためには互いに気安く注意し合える現場の環境作りが必要になる。本開発では赤外線通信式の送信機で特定の方向にいる相手だけに危険を知らせる警報装置を開発した。この警報装置は受信機を装着した相手に送信機を向けて送信するだけで素早く危険を知らせることができる。他の作業員の手まで止めることが無いため、軽微な違反でもゲーム感覚で互いに気軽に注意し合うことができる。

キーワード：警報装置，通信，現場，安全管理，不安全行動

１．はじめに

（１）株式会社シンク・フジイについて

島根県松江市にある土木コンサルタント（株）藤井基礎設計事務所のグループ会社として同社内にあり、土木・建築、農業関係の現場の安全管理業務の受託とそれに役立つ製品やシステムの開発や販売を行っている。現場の声から製品を開発することを信条としている。

（２）施工会社の悩み

日頃、取引のある施工会社への聞き取りから次のような意見や要望を得た。

現場の安全管理を重要視しており、警報システムを導入する一方、個々の安全意識の向上と不安全行動を無くすため、安全教育や安全研修を行っている。ハインリッヒの法則（1 件の重大な事故の陰には 29 件の軽微な事故、300 件のヒヤリハットがある）から底辺にある 300 件のヒヤリハットを減らすことが最も重要と考えている。このために軽微な異常・違反に対しても気軽に注意し合える現場造りが大切と考えているが、なかなか上手くいかない。これを解決する手段が欲しい。

（３）原因の追究と解決案

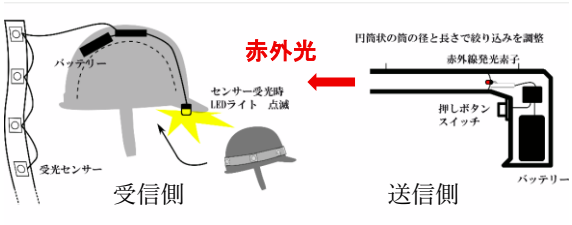
上手くいかない原因を追及する協議の中で次のような意見が出た。

- 軽微な違反ほど大声で注意して他の作業員の手を止めるのが躊躇われる。
- 最近の若い作業員は咄嗟に大声を出せない。
- 違反者が年長者の場合、若い作業員は遠慮して声が掛けられない。
- 年長者は皆の前で若い作業員を叱るとパワーハラスメントになることを恐れる。
- 安全教育を繰り返すとマンネリ化して効果が薄れていく。

これらの意見の中で特に「若い作業員が大声を出せない」という意見に弊社は注目した。

もちろんこれは極論であり若い世代全員が大声を出せないという訳ではないが、その施工会社や弊社グループ会社にも幾人かいることは確かだった。同時に「若い世代は大声を出すことは苦手だがリモコンなどのスイッチを押すことにはあまり抵抗を感じない」という意見も出た。

このため「ひとつのスイッチを押して素早く特定の相手だけに警報を通知する警報機」があれば、他の作業員の手を止めることもなく、軽微な違反でも気軽に注意し合えるのではないかと考えた。



図−１　赤外線通信警報装置の構想



写真−1　予備試作品

２．　新型警報装置の構想

（１）従来技術の検討

現場の事故防止では互いの意思疎通が重要であるが、最初に相手が気付いてくれなければグーパー運動[2)]さえも行うことが出来ない。

相手に気付いてもらう装置として、すでに幾つかの警報装置が製品化されおり[3),4)]、そのほとんどが通信に電波を用いている。

電波式で最もシンプルなものは送信機（小型リモコンなど）から一度に大勢の作業員が持つ受信機・警報機を同時に動作させるか、大型の警報機を動作させて知らせるものである。電波通信で特定の相手だけに通報しようとすると、相手に応じた周波数チャンネルに切り替えて送信するか、相手の数だけ用意された多くの送信ボタンの中から目的の相手のボタンを選んで送信する必要があり、この操作に時間がかかってしまう。

（２）新製品の構想

弊社では光（赤外線）通信により送信機の発光部を向けた方向にいる相手だけに警報信号を届ける警報装置（図-1）を考案した。

送信機は送信ボタンを押した時、先端のスリットから赤外線を１方向にだけ発する。

受信機と赤外線センサーと警報ライトは作業員のヘルメットに取り付け、赤外線センサーが送信機からの信号を受けるとヘルメット前方のライトが点滅して作業員に知らせる。

赤外線センサーはヘルメットの周囲に複数取付け、ベルトに取り付け、作業員の周囲全方向からの信号を受信可能とする。

センサーと受信機、警報ライトは同じベルトに取り付けてヘルメットに脱着できるようにする。

送信機は相手を狙いやすい銃を模した形とする。

３．試作

試作は以下の（１）から（５）まで段階的に進めた。

（１）予備試作

市販の材料[5),6)]でバラック試作を作成し、構想に近いものが作成できるかどうか確認した。（**写真−1**）

（２）要件定義

予備試作で得られた知見から改めて実現可能な性能（通信距離や消費電力など）の目標値を定め、具体的な送信機・受信機の構造、ヘルメットへの取り付け方法などについて定めた。

（３）１次試作

赤外線通信回路を作成しそれを収納する筐体は３Ｄプリンタで制作した。また、受信機やセンサーをヘルメットに取り付けるベルト、警報 LED ライトなどを作成し、ヘルメットに取り付けた状態で性能や操作性を確認し改良点をまとめた。（**写真−2**　**写真−3**）



写真−2　１次試作　送信機



写真−3　１次試作取付ベルト・受信機ケース




写真-5　2 次試作　送信機（左）送信回路（右）




写真-6　2 次試作　受信側ひも状 LED ライト




写真-7　3 次試作 送信機（左）と受信側（右）




写真-8　3 次試作受信側

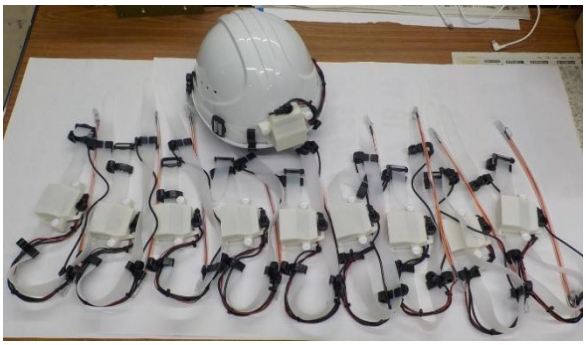


写真-9　3 次試作（準量産）受信側 10 台



図-2 使用方法

表-1　仕様表（送信機）

送信機　仕様表	
項目	仕様
名称	赤外線送信機
電源	９Vアルカリ乾電池
電池寿命	約1年
通信基板	オリジナル赤外線LED発光基板
送信スイッチ	プッシュスイッチ（押下げON）
送信赤外線波長	940nm
B.P.F 中心周波数（送信）	37.9 KH z
通信距離	8m～15m（日射等の条件による）
ケース材質	ABS樹脂（３Dプリンタ用フィラメント）
寸法	100mm(H) ×130mm(W) ×20mm(D)
重量	110ｇ（9V乾電池を含む）

送信機・受信機間の通信距離　約 8 m（～15m）
電池寿命 送信機；約 1 年（9V アルカリ乾電池）
受信機；3 日毎に充電（USB 充電 3V リチウム電池）

表-2　仕様表（受信機）

受信・警報機　仕様表	
項目	仕様
名称	ヘルメット取付型赤外線受信・警報機
電源	USB充電式CR123Aリチウム電池　3.7V
電池寿命	3日（3日毎に充電）
通信・警報出力基板	オリジナル基板
受信赤外線	940nm
B.P.F 中心周波数（受信）	37.9 KH z
警報用LEDライト	フレキシブルLEDライト（赤 3Ｖ L=300㎜ 0.6W）内蔵チューブ型ライト(点滅　10Hz)
電子ブザー音量	80ｄB（解放時） ヘルメット内　約60dB
受信機ケース部寸法	受信機ケース部 650㎜(H) ×850㎜(W) ×25㎜(D)
ケース材質	ABS樹脂（３Dプリンタ用フィラメント）
取り付け用シリコンベルト	幅22㎜　長さ800㎜
重量	135ｇ　充電式電池を含む ヘルメットは含まない

（４）2 次試作

１次試作を改良し、より操作性や性能を高めた試作品を製作し（**写真-5、写真-6**）、性能を確かめ、同時に量産を考慮した仕様に修正した。（表－１　表－２）

（５）3 次試作（10 台；準量産試作）

回路基板を新規製作し、現場で実際に使える量産を前提とした準量産試作を 10 台作成した。（**写真-7、写真-8、写真-9、図-2**）

３次試作品は性能確認試験の後、現場の作業員に

使用してもらいアンケートやヒアリングによって評価を行った。

４．評価

3 次試作 10 台について、社内試験（動作、性能）を行い、現場試用による評価試験を行った。その中の主な試験（通信距離、電池寿命、現場評価）の概要を以下に示す。

（１）3 次試作性能確認

a）通信距離

通信距離の確認は**図-3** の方法により屋外で行い、ヘルメットを中心とした水平全方向のグラフを平面図（図-4）および方向を横軸にとった展開図（**図-5**）で表した。

この結果、試作品 10 台について通信範囲は半径 8m 以上（最大 15m）であることが確認された。

b）受信側電池寿命試験

送信機は送信時だけ電力を消費するが受信機は常に待ち受け電力を消費する。受信側電池(CR123A 型；3V)の寿命を調べ、最終的な交換または充電の頻度を決めた。

・USB 充電式リチウム電池；3 日毎に充電
・使い捨てリチウム電池；7 日毎に交換



図-3 試験方法

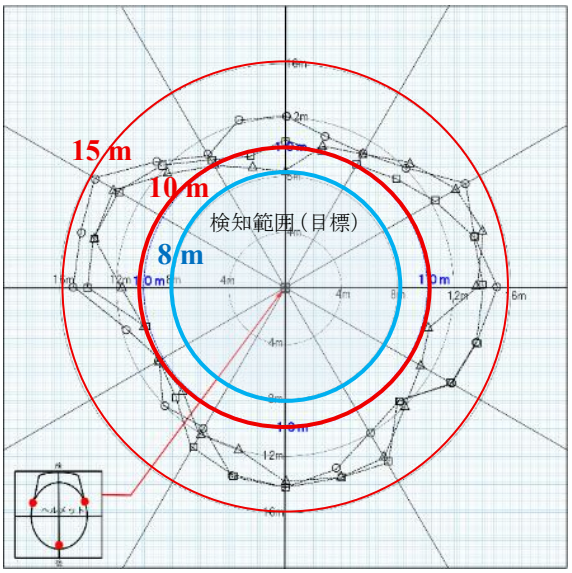


図-4 通信距離試験結果(平面図グラフ)

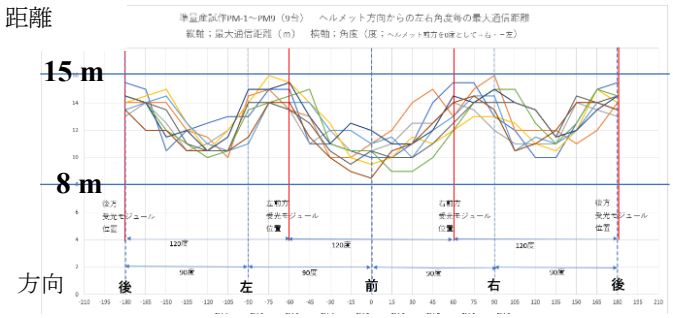


図-5 通信距離試験結果(展開図グラフ)

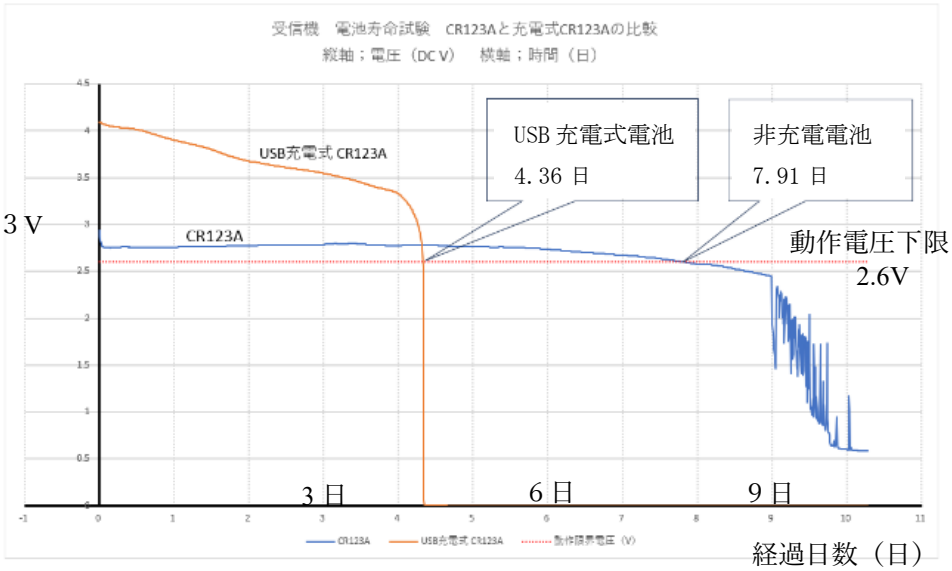


図-6　受信側 電池寿命試験

表-3　現場試験評価　スコア表

	不満	多少不満	普通	多少良い	満足
スコア表示	1.0～2.0	2.1～3.0	3.1～4.0	4.1～5.0	

	項目	除草作業現場	重機作業現場	ボーリング現場	3現場平均
共通	通信距離	2.00	3.25	3.50	2.92
	指向性	3.20	3.00	3.50	3.23
	役に立つか	2.40	4.00	4.50	3.63
	興味を惹くか	4.00	4.50	4.25	4.25
送信機	大きさ	3.00	2.50	4.00	3.17
	重さ	3.50	4.00	4.00	3.83
	操作性	3.00	3.50	4.00	3.50
	電池寿命	3.50	4.00	3.00	3.50
受信機	大きさ	2.75	2.67	2.67	2.69
	重さ	3.25	3.67	3.67	3.53
	装着感	2.50	2.33	2.67	2.50
	電池寿命（充電間隔）	3.50	2.67	2.33	2.83
	充電操作	2.25	1.67	2.67	2.19
警報機	LED視認性	4.50	4.33	4.00	4.28
	ブザー音量	3.00	3.33	3.33	3.22
					平均

（２）現場実用試験

各現場について複数の現場作業員に５段階（１；不満　２；多少不満　３；普通　４；多少良い　５満足）で評価点を与えてもらい、現場毎の平均、全体平均を算出して**表-3 の**スコア表にまとめた。

（３）現場評価のまとめ

a）　高評価点（作業員の評価が高い順）

・装置が「面白い」「ゲーム感覚」で気軽に軽微な危険を通報できる
・ひも状 LED 点滅による警報が分かりやすい。
・狙った相手だけに警報を送れる。
・相手がどちらを向いていても気付かせることができる。

b）　作業員の要望と今後の改善点の検討

・通信距離をもっと長くしてほしい
→　赤外光の強度を上げると距離は伸びるが、直接目に入った場合の健康被害が問題になる。
・送信機をもっと小型にしてほしい
→　より小型の板状のリモコンは可能だが狙いがつけにくくなる。
・受信機を開いて充電する操作をもっと楽にしてほしい、電池寿命をより長くしてほしい。
→　回路の省電力化と受信機ケースの外側から簡単に充電できるようにする
・屋外で太陽高度が低い時、センサーが直射日光による障害を受けて通信距離が短くなる。また、自然光の蓄積による小さなノイズが出る。
→　センサーに太陽光除けの庇をつける。回路のノイズ対策を行う。

６．まとめ

送信機の先を向けた特定の範囲にいる相手にだけ赤外光による警報信号を届けるヘルメット装着型指向性警報装置の開発を行った。

相手のヘルメットに狙いを定めてスイッチボタンを押すだけなので電波式通信のように複数のボタンを選んだり周波数を切り替える手間がかからない。また、大声やサイレンなどのように現場全員の手を止めてしまうことが無いため、軽微な不安全行動も注意しやすい。

本開発では顧客の要望から構想、試作、準量産品（現場評価用試作）まで行い、実際の現場での評価試験を行った結果、今後にさらなる改善が必要と思われる課題も残った。

本装置の現場評価での最も評価の高かったのは、「面白い」「ゲーム感覚で使える」という点であった。一方で、人命をまもる警報装置に「ゲーム感覚」とか「面白い」という要素を入れることは不謹慎で軽はずみなことだという意見もあっ

た。しかし、個々の安全意識を身につけるべく行われている安全教育や研修の現場ではマンネリ化が問題となっており、施工会社ではどのように皆の興味を惹いて安全意識を刷り込むかいう方法論が盛んに議論されている。そこではゲーム感覚や興味を惹く面白さなど従来にはなかった若い世代に馴染み深い要素の取り込みも積極的に行われてきている。今回の現場評価でも施工業者から出てきたアイデアとして、本開発品を安全研修のロールプレイに取り込めば面白く興味を惹く研修になるだろうという意見もあった。

今後はさらに現場での評価試験を重ね完成度の高い量産品の設計と用途開発を進めていきたいと考えている。

謝辞：

製品の開発は本報告のように構想から試作を進める中で新たな問題点が出ては都度、解決策を考え改良するといった試行錯誤の繰り返しです。製品開発やその後の販売は全てが成功するとは限らず、弊社をはじめ多くの中小企業では費用とリスクを考慮し着手にすら至らず断念することも多いと思われます。

新たな製品開発のハードルを下げる方法のひとつが助成金の活用です。本開発の助成を行っていただいた一般社団法人中国建設弘済会様には厚く御礼を申し上げます。また、要望および現場でご意見を頂いた各施工会社の皆様にも改めて御礼を申し上げます。

参考文献

1) 庄司卓郎＊, 江川義之 建設作業現場における不安全行動とその対策に関する実態調査　産業安全研究所特別研究報告　NIIS-SRR-NO.28 (2003) UDC331.44.159.944:331.482:070.11:331.101
2) 労働基準監督署　建設業の労働災害をなくすために（グーパー運動）https://jsite.mhlw.go.jp/fukui-oudoukyoku/content/contents/001262790.pdf （2026 年 12 月 1 日）
3) ヘルメット警報装置Ｋ・ＨＯ－ＭＥＴ（ケイホーメット）KHO-01　ミドリ安全株式会社 https://ec.midori-anzen.com/shop/g/g4007190002/（2026 年 12 月 1 日）
4) 緊急避難信号送受信装置システム（しらすんだー）中日本ハイウェイ・メンテナンス名古屋 株式会社. https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=CB-180022%20 （2026 年 12 月 1 日）
5) Opto Supply Electronics Ltd. 赤外線通信モジュール(1.5m Wire Infrared Receiver Module) OSRB38C9BX-W150CM 仕様書 https://akizukidenshi.com/goodsaffix/OSRB38B9BX-W150CM.pdf　(2026 年 12 月 1 日)
6) Sliney DH, Wolbarsht M. Safety with lasers and other optical sources. New York: Plenum Press; 1980.Goldmann H. Genesis of heat cataract. Arch. Ophthal. 1933; 9: 314-316.