

## 接触事故防止用 LED 実装杖の開発-LED 点滅波形の視認性評価-

## Development of LED mounting cane for contact accident prevention

## -LED visibility evaluation for the blinking wave pattern of the LED-

堀口 裕美 (アビリティーズ・ケアネット(株)), 磯村恒 (神奈工大), 松田康広 (神奈工大)

Yumi Horiguchi, ABILITIES CARE-NET, INC

Tsuneshi Isomura and Yasuhiro Matsuda, Kanagawa Institute of Technology

## Abstract:

While elderly people's population increases, the elderly people who use a cane are increasing in number. On the other hand, the traffic accident of the elderly people who use a cane for night is increasing rapidly. The cause of accidents is on the point that the elderly people who use a cane cannot be recognized. The objective of this study is development of the LED mounting cane for contact accident prevention. In this paper, we investigate the desirable blink conditions of LED with high visibility experimentally. The result of evaluation experiments showed that the waveform of a rectangular wave and a quadratic function has extracted as a candidate the waveform which is easy to recognize to be a cane user.

Key Words: Visibility, LED mounting cane, Blink conditions of LED

## 1. はじめに

高齢化社会が進行して杖使用者が増えている一方で、高齢者の夜間の交通事故、杖使用者の接触事故が急増している。杖に反射板などを取り付ける運動もされているが、ほかの光源がないと機能されない欠点がある。先行研究では、杖にLEDを取り付け発光させることにより、杖使用者自身の存在をアピールし、他者に注意喚起させる取り組みがある。先行研究の結果ではLEDの活用条件として、発光条件は点滅がよいとされた<sup>1)</sup>。しかし、どのような周期や波形の点滅が他者に気づきを誘起させる上で望ましいかは明らかにされていない。

そこで本研究では、先行研究で視認性のよかった赤色を発光色とし、周波数、デューティー比、点滅波形の形状を変え視認性評価実験を行い、他者に気づきを誘起させる発光方法を検討することを目的とした。

## 2. 点滅評価実験

## 2.1 実験方法

## (1) 被験者

被験者は、色覚に障害のない大学生 15 名で、実験に先立ち実験内容の説明を行い参加の了解を得た。

## (2) 実験条件

予め矩形波の点滅を評価した予備実験の結果から周波数[Hz]; 0.4, 0.6, 1 で、デューティー比[%]; 40, 50, 60 の組み合わせの周辺にはっきりと確認できる点滅の領域が存在することが推定された。そこで、20[m], 60[m]の距離から周辺の領域の点滅をランダムに呈示し、消灯～点灯の7段階で点滅の見え方を評価し、はっきりと確認できる点滅の有無を調べた。また個々の発光条件について、光っている時間、点滅の速さ、光の強さの感じ方を11段階で評価し、周波数、デューティー比、距離が点滅の見え方に与える影響を調べた。

①発光条件：点滅(発光回数3回)

②実験場所：夜間、安全で、外光の無い(照度2[lx]以下)広い空間(200m程度)を確保するグラウンド。

③作成した点滅：38種

周波数[Hz]; 0.4, 0.6, 1, 2 のデューティー比[%]; 5, 10, 20, 30, 50\*, 70, 80, 90, 95 と周波数4[Hz]のデューティー比[%], 10, 30, 50, 70, 90。ここで5\*[%]は周波数2[Hz]のみ

## 2.2 結果

はっきりとした点滅を3とする消灯から点灯(0~6)の評価で、被験者15名の全員が3と回答したのは、周波数0.6[Hz]デューティー比70[%]の点滅と、周波数0.4[Hz]デューティー比30[%]の点滅であった。はっきりと確認できる点滅の領域を図1に示す。

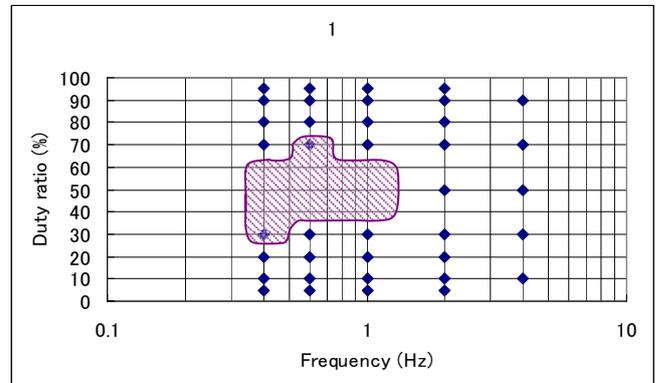


Fig.1 The domain of blink which can be recognized clearly

## 2.3 考察

消灯から点灯、光っている時間、点滅の速さについて、周波数、デューティー比、距離を要因とする分散分析を行った。結果、消灯から点灯、光っている時間、点滅の速さでは、周波数×デューティー比の交互作用に有意差( $p < .001$ )が見られた。さらに下位検定を行った結果、周波数0.4[Hz]から周波数0.6[Hz]の間にはデューティー比の主効果に有意差が見られた。またデューティー比5[%]から50[%]からは周波数×デューティー比の交互作用が見られたが、周波数が大きく影響していることがわかった。

## 3. 波形の違いによる視認性評価実験

## 3.1 4種の波形の作成

点滅条件をはっきりと確認できる領域にある周波数0.6[Hz]のデューティー比50[%]とし、波形の立上り立下がり方が矩形波、

二次関数、指数関数、三角波になる4種の点滅を作成し、以下に記す評価実験を行った。作成した4種の波形を図2に示す。強度4000はLEDの1800mcdに相当する。

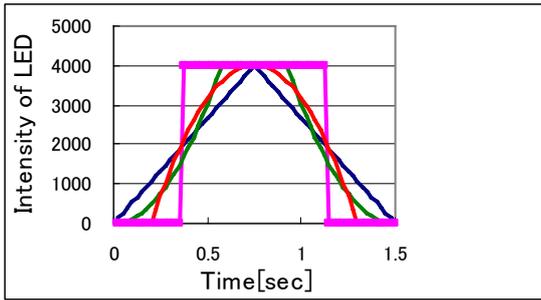


Fig.2 Waveforms

### 3.2 実験方法

被験者は点滅評価実験を行った経験を持つ、色覚に障害のない大学生9名である。4種の点滅波形をランダムに20回呈示し、被験者から180[m]離れた位置に固定した杖のLEDを視認できる位置まで被験者に移動してもらい視認距離を測定した。

### 3.3 結果

全ての波形において、本実験の条件から最長距離とした180[m]で全被験者が視認できた。

## 4. 波形の認識実験

### 4.1 実験方法

被験者は[3]の実験と同様の9名である。予め[3]で作成した4種の波形があることを被験者に伝え、20[m]の距離から各波形を6秒間、5回ずつ、計20回ランダムに呈示し、波形の判別能を調べた。

### 4.2 結果・考察

被験者は正答率の高い者と低い者と分かれることが分かった。呈示した波形と回答数の集計結果を図3に示す。結果から二次関数と指数関数の区別がしにくいこと、三角波を見分けることが難しいと分かった。矩形波が一番見分けやすいという結果は光の強さの変化が急峻なためと考える。各被験者の回答率は、点滅評価実験の結果と照らし合わせると、光の強さの感じ方で判定しているのではと推定された。

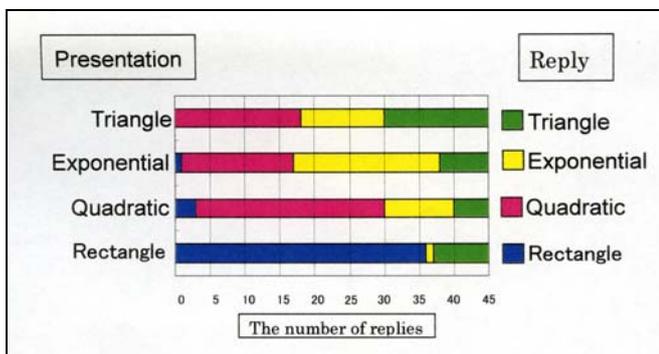


Fig.3 Recognition of waveform

## 5. 杖使用者と認知しやすい波形

### 5.1 実験方法

被験者は[4]の実験と同様の9名である。20[m]の距離から[3]で作成した4種の波形を呈示し、変わった光り方、目を引く光り方、他の光と違いが付き、杖歩行者の認知に役立つような点滅の

仕方はどの波形か、アンケートで調べた。呈示された点滅に対し、認知に役立つ、どちらともいえない、そうは思わないで評価し、合わせて一番杖使用者の認知によいと考えられる点滅の回答を求めた。

### 5.2 結果・考察

呈示した波形ごとの評価結果を図4に示す。

図3の結果で役立つとの回答が最も多かった波形は二次関数の波形であったが、同時にそうは思わないとの回答も同数示した。

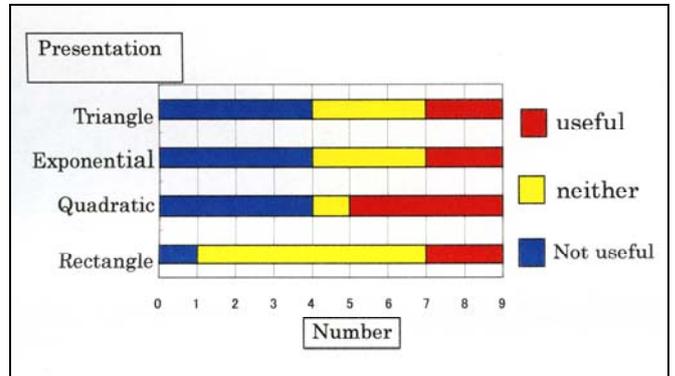


Fig.4 Impression of waveform

一方、杖使用者の認知に最もよいものを選択する回答では、表1に示すように被験者5名(50 [%]強)が矩形波を選び、波形ごとの評価とは異なった結果となった。

Table1. The optimal waveform

| Subject | Best waveform |
|---------|---------------|
| 1       | Rectangle     |
| 2       | Rectangle     |
| 3       | Rectangle     |
| 4       | Rectangle     |
| 5       | Rectangle     |
| 6       | Quadratic     |
| 7       | Exponential   |
| 8       | Quadratic     |
| 9       | Triangle      |

## 6. まとめ

点滅評価実験でははっきりと確認できる点滅を抽出することができた。また、点滅の見え方は周波数とデューティー比の両方が作用することが分かった。点滅波形に対する視認距離は、被験者全員が最長距離から視認できた。一方、波形の認識については20[m]離れた距離では明確に区別することは困難であった。杖使用者と認知しやすい波形は矩形波と二次関数の波形が候補として抽出できた。この結果は人が停止している時に有効な知見と考える。

## 参考文献

- (1) 有馬智彦、松田康広、磯村恒、斎藤信之、森拓也 動作感知型安全杖の開発—視認性と誘目性を高める条件の検討—, 第3回生活支援工学系学会連合大会予稿集, pp. 56, 2005
- (2) 森竜一、磯村恒、松田康広 接触事故防止用LED実装杖の開発—杖使用者歩行時のLED視認性評価—, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会2010講演論文集, pp. 232-233, 2010