

# 照明器具を利用した緊急情報伝達システムに関する研究

## — その2 光の点滅に関する実験的検証 —

筑波技術大学 産業技術学部 産業情報学科<sup>1)</sup> 総合デザイン学科<sup>2)</sup>

今井 計<sup>1)</sup> 伊藤三千代<sup>2)</sup> 櫻庭晶子<sup>2)</sup> 金田 博<sup>2)</sup>

**要旨：**本研究は「照明器具を利用した緊急情報伝達システム」の具体化に向け、建物内で緊急時に必要とされる「瞬時に気付く」のための情報と同時に、「何が起きているか（地震、火災、危険人物侵入等）」といった情報種別並びに「現象の程度」「避難の必要性」等緊急性の情報を、LED 照明器具の点滅パターンの違いにより伝達する可能性を探ることを目的とする。本学で採用している積層信号灯（キセノン、白色）、回転灯（電球、黄色）、表示灯（キセノン、黄色）、ベルマンフラッシュ（LED、白色）との比較実験も合わせて行ない、従来の点滅機器に対する気づきやすさの優位性と点滅パターンの違いによる気づきやすさについて評価した。

**キーワード：**緊急情報伝達, LED 照明器具, 点滅, ユニバーサルデザイン

### 1. はじめに

聴覚障害者にとっては、「光点滅」は注意喚起や緊急時に異変を知らせるために大変有効であるが、音情報を入手するのが困難な彼らにとって次に必要な情報は、実際に災害や事故に遭遇した等の緊急事態における状況把握と行動判断に繋がる内容である。

本報では、本提案システムが既存の点滅装置や周辺設備と併用して使用される場合を考え、有効な点滅パターンを探ると同時に、本学で採用している従来機器との比較実験も合わせて行なった。

その1<sup>1)</sup>で挙げられている検討課題のうち

- ⑤従来の点滅装置に対する気づきやすさの優位性  
ストロボライトや回転式パトライト等従来機器との比較
- ⑥点滅の違いによる「気づきやすさ」

新規に提案する6種類の点滅パターンについての評価について検討を行った。

また、聴覚障害者が日常生活で光点滅による視覚的な情報伝達に慣れていることから、健聴者と違いがあるかについても検証を行った。

### 2. 実験目的

直感的な点滅パターンの検討と従来機器との有効性比較では、作業に集中している際に気づくまでの時間を比較する。天井 LED 照明器具の点滅パターン 6 種類の識別、緊急時に誰でも分かりやすい点滅パターンを従来機器の 4 種類（積層信号灯、回転灯、表示灯、ベルマンフラッシュ）

も含めて実験室実験にて体験した上での評価並びに実験後の聞き取り調査から検証する。

### 3. 被験者の概要

本実験の被験者は、正常な色覚を有する健聴学生 26 名（男性 12 名、女性 14 名）、同じく聴覚障害学生 28 名（男性 16 名、女性 12 名）である。両者とも年齢範囲は 20 歳以上 30 歳未満である。

住まいに関しては、健聴学生はアパート 21 名、寄宿舍 5 名、聴覚障害学生はアパート 7 名、寄宿舍 21 名である。

### 4. 実験空間および光源の概要

#### 4.1 実験空間

本学構造分析研究室（102）で行い、実験装置の一部（実験ブース構築、フルカラー LED 照明器具）は委託者から借用（取り付け及び撤収作業含む）し、蛍光灯照明のあるオフィスや教室に近い環境を設定する。

使用した実験空間は W:3,800×D:3,300×H:2,585 の大きさで、実験ブースを鉄パイプで構築した後に、視界を遮るためにカーテンで四周を覆った。（図1）

実験室内部と天井 LED 照明器具の設置位置を示す（図2、図3）。使用する従来機器（詳細は後に示す）の積層信号灯、回転灯、表示灯は被験者の前方左上に、ベルマンフラッシュは床面から 970mm の高さで被験者の前方左に設置した。



ムやフラッシュ等を参考に、等間隔ではないリズムを持ったパターンを作成した。

パターン2は、短い点滅2回でアクセントをつけた。

パターン3は、等間隔ではない点滅パターンで明るい時間が長く暗い時間が短い。

パターン4は、一部の目覚まし時計にあるような始めはゆっくりで次第に点滅が速くなるパターンである。

パターン5は、本学の授業中などに下を向いてノートを取っている聴覚障害学生に対して、教員が注意喚起したい時にしばしば用いられる「天井灯をいったん消す」方法を取り入れて、冒頭に「全消」した後にパターン2と同じ点滅を続けた。

パターン6は、パターン3の明暗の時間を逆転させた。

## 5.2.2 従来機器

従来機器（図7①②③、図8④）の選定理由を以下に示す。

- ①積層信号灯：本学の講義室、廊下などに設置
- ②回転灯：本学のコンピューター室の入口の上（扉がある一定時間開いていると点灯する）、図書館の出入口（図書の無断持ち出し防止）に設置
- ③表示灯：本学聴覚障害教員の研究室入口の呼出しベルの音声代用に使われている。一般的には工房や工場のラインで用いられている。
- ④ベルマンフラッシュ：本学学生新寄宿舍の居室に設置



図7 従来機器①②③



図8 従来機器④

## 6. 実験手順及び方法

天井LED照明器具から6種類の点滅パターンを提示し、被験者の「気づきまでの時間」を調べる。更に従来機器との有効性を比較するため、天井LED照明器具と同様の点滅を積層信号灯（キセノン、白色）、表示灯（キセノン、黄色）、回転灯（電球、黄色）、ベルマンフラッシュ（LED、白色）の4種類で「気づきまでの時間」を実験する。

実験室内ではパソコンによる簡単な打ち込み作業をしてもらう（図9）。実験開始から1～3分経過した時点で点滅を起こす。被験者には視覚的変化を感じた時点で手元の卓上ベルを鳴らしてもらい、その時点で作業を終了するように指示する。これを10回繰り返す。被験者1人あたりの所

要時間が40分程度とする。

なお実験室内の様子が外からは把握しにくいために、実験中は2台のビデオカメラ（前方左上と右横）で被験者を観察、実験終了後に点滅開始から気づきまでの時間をカメラ映像から算出する。撮影に関しては事前に説明して被験者の承諾を得て行なった（図10）。



図9 実験の様子



図10 モニターにて観察

実験が終わったら控室で実験の気づきに関する聞き取り調査を行う。作業中の気づきの点滅パターンの順序は聴覚障害学生も健聴学生も同じ順番で行った。

## 7. 実験結果

### 7.1 全被験者

天井LED照明器具の点滅、従来機器における点滅に対する気づきの早さの平均を以下に示す。

#### 7.1.1 天井LED照明器具の点滅の気づきの早さ

天井LED照明器具を6パターン実施してみて、平均1.3秒から1.7秒内に収まっている。反応時間の平均で早い順に以下ようになった。

天井LED照明器具に関しては点滅パターンで気づきの早さに大きな差はなかった。パターン5に関しては最初に全消になるために卓上ベルを探して→鳴らすという時間が必要だったと思われる。

- 1位：パターン2（1.35秒） 2位：パターン4（1.41秒）
- 3位：パターン6（1.45秒） 4位：パターン3（1.49秒）
- 5位：パターン1（1.60秒） 6位：パターン5（1.69秒）

#### 7.1.2 従来機器の点滅の気づきの早さ

4種類実施してみて、回転灯に気づかない被験者が多かった。反応時間の平均で早い順に以下ようになった。

- 1位：ベルマン（LED、白色）1.40秒
- 2位：表示灯（キセノン、黄色）1.93秒
- 3位：積層信号灯（キセノン、白色）2.27秒
- 4位：回転灯（電球、黄色）9.78秒



7.1.3 回転灯（電球、黄色）を気づいた被験者について  
聴覚障害学生 28 人中 5 人（気づくのに 20 秒以上かかった人が 3 人）

健聴学生 26 人中 6 人（6 人とも 10 秒以内気づいた、ただし 6 人の中には、スポーツ競技経験者があり、周辺視野のトレーニングをしている）いた。今後アンケート調査実施の際に、スポーツ競技歴などで動体視力や周辺視野を訓練しているかどうかを確認する必要もある。

よって、今回の実験では気づきの早さでは天井 LED 照明器具の点滅の方が、従来機器の点滅よりも早い。

## 7.2 所属間の差

聴覚障害学生と健聴学生に分けて、気づくまでの時間の平均を求めた（図 12 図中のバーは標準偏差を示す）。所属間での有意差は LED 点滅パターン 6 のみに見られた。

『②回転灯（電球、黄色）』は気づいたのが聴覚障害学生 5 人、健聴学生 6 人と少なかった。

9 パターン（回転灯を除く）のうち 7 パターンで健聴学生の方が気づくのが早かった。聴覚障害学生に関しては、点滅に気づいて卓上ベルを鳴らすまでの反応時間にも関係があると思われる。ベルマンフラッシュのみ聴覚障害学生の方が気づくのが早かったのは、使い慣れている機器であることと彼らの視野に入る位置に機器があったためと思われる。

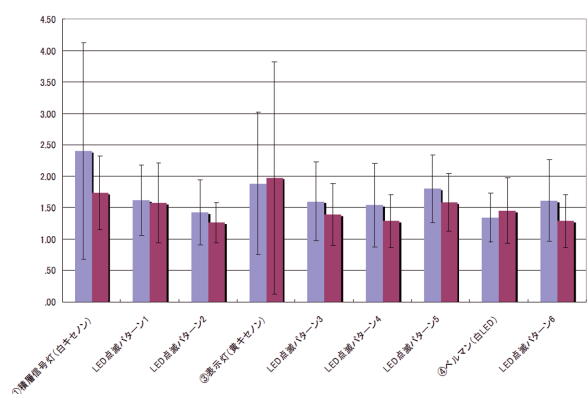


図 12 気づきの所属間の差  
（左青：聴覚障害学生 右紫：健聴学生）

## 7.3 性別の差

男女別で分けてみて、特に有意差は見られなかった。

## 7.4 刺激間の差

刺激間によって、反応時間に差があるかどうか調べるため、対応のある一元配置分散分析を行った（図 13）。回転灯に関しては気づいた人が少なかったために除いた。

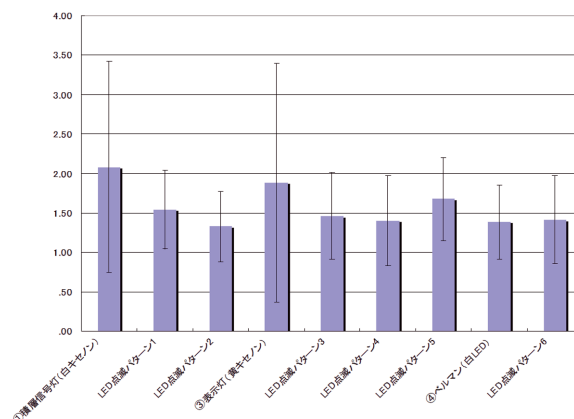


図 13 気づきのデータ 刺激間の差

その結果、有意差が見られたのは以下の組み合わせだった。

③表示灯（キセノン、黄色）と LED 点滅パターン 2

③表示灯（キセノン、黄色）と ④ベルマンフラッシュ

LED 点滅パターン 5 と LED 点滅パターン 2

LED 点滅パターン 5 と LED 点滅パターン 6

また LED 点滅パターン 2 は ①積層信号灯及び LED 点滅パターン 5（全消し）と比較して反応時間が早かった。

④ベルマンフラッシュは ①積層信号灯と比較して反応時間が早かった。

LED 点滅パターン 6 は LED 点滅パターン 5（全消し）と比較して反応時間が早かった。

## 8. 考察

従来機器よりも天井 LED 照明器具の方が気づきやすい。天井 LED 照明器具の点滅パターンを変えても気づくまでの早さが大きく変わることはなかった。聴覚障害者には点滅パターンの種類というよりも点滅すること自体が有効なのではないか。

聴覚障害者の場合、作業などを始めると周辺の雑音に捉われないために、作業に集中できる、もしくは集中し過ぎてそこに固執しまうケースが多い。それによって視野が狭められてしまうことを考えると、周辺で何か起こった際にも気づかないケースも多い。

従来機器の場合は、早く気づかせたいためには、彼らの視野に入る場所に設置しておくことが大切である。それによって気づきやすさを向上できるのではないか。

## 9. 聞き取り調査

9.1 「表示した機器や点滅パターンによって何か『気づきに違い』があったか」

5 段階評価をしてもらった。評価項目の内容は、  
5 非常に違いを感じた、4 やや違いを感じた、

3どちらとも言えない、2あまり違いを感じない、

1まったく感じない。この結果から平均と標準偏差を求めると以下ようになった(表1)。所属、性別からは有意差は見られなかった。

表1 5段階評価の平均と標準偏差及び有意差(p値)

	平均	標準偏差	p 値
聴覚障害学生 28 人	3.79	1.101	
健聴学生 26 人	3.77	1.177	
所属間の有意差			0.958
男子 28 人	3.71	1.150	
女子 26 人	3.85	1.120	
性別間の有意差			0.672
全員 54 人	3.78	1.127	
			—

(p 値：有意差検定の結果、 $p < 0.05$ を有意差ありとみなす)

9.2 「表示した機器や点滅パターンによってなにか気づき方に違いがありましたか?」

自由記述式で回答してもらった。結果は

- ・天井 LED 照明器具が気づきやすい。
- ・回転灯(黄電球)が気づけなかった。
- ・場所は従来機器のある前方左斜め上よりも LED のあった天井の方が気づきやすい。

9.3 「特にわかりやすい表示方法や場所、「気づきやすい」点滅はあったか」

今回の実施した 10 パターンの点滅の中で 1 番気づきやすい機器・表示方法を選択してもらった(表2)。

最も多かったのは、「点滅パターン5(最初に全消し)」で聴覚障害学生 12 人(42.9%)、健聴学生 13 人(50.0%)だった。(全体でも 46.3%)

天井全消し及び天井 LED 照明器具全体も含めると聴覚障害学生 28 人中 20 人(71.5%)、健聴学生 26 人中 17 人(65.4%)が気づきやすい点滅と回答している。(全体でも 68.5%)

聴覚障害学生のみ ベルマンフラッシュを選択した人が 6 人(21.4%)いた。健聴学生には 回答なしの人が 6 人(23.1%)いた。

9.4 被験者属性の中で

聴覚障害学生の中で、寄宿舎で生活している人に関しては、日常生活の中でフラッシュランプ等を使用している環境で点滅に慣れているもしくは機器使用に慣れていることも

表2 一番気づきやすい機器・表示方法

1番気づきやすい機器・表示方法	聴覚障害学生		健聴学生		全体
	度数(人)	相対度数(%)	度数(人)	相対度数(%)	相対度数(%)
天井照明(全体的に)	8	28.6	4	15.4	22.2
天井全消パターン	12	42.9	13	50	46.3
天井照明速い点滅パターン	0	0	1	3.8	1.9
天井照明遅い点滅パターン	0	0	1	3.8	1.9
天井照明最初 50%暗くなるパターン	0	0	0	0	0
積層信号灯(キセノン、白色)	0	0	0	0	0
回転灯(電球、黄色)	1	3.6	0	0	1.9
表示灯(キセノン、黄色)	0	0	1	3.8	1.9
ベルマン・フラッシュ(LED、白色)	6	21.4	0	0	11.1
回答なし	1	3.6	6	23.1	13
計	28	100	26	100	100

あり、ベルマンフラッシュが気づきやすいと回答したことも考えられる。

## 10. まとめ

実験結果・インタビューの聞き取り調査から2つの検討課題⑤と⑥について今後の課題を含めてまとめる。

### 10.1 検討課題より

今回の検討課題は以下の2つである。

⑤従来の点滅機器に対する気づきやすさの優位性  
ストロボライトや回転式パトライト等従来機器との比較

⑥点滅の違いによる「気づきやすさ」

新規提案する点滅パターンについての評価について、

- ・気づきの優位性は天井 LED 照明器具の点滅の方が良い。
- ・従来機器に関しては天井など上方ではなく、対象者の視界に入っていること。
- ・点滅パターンの違いというよりも点滅そのものが大切。
- ・新規提案した中では全消しが気づきやすかった。(実験で全消しは気づきの反応時間では遅かったが、聞き取り調査では一番気づきやすかった)

これらをうまく組み合わせて考えて行くのが有効である。ただし聴覚障害者にとっては全消しの時間が長すぎると、顔を見て(手話もしくは口話で)コミュニケーションがとれない、コミュニケーションがとれないことから来る不安感を煽ることにもなるので注意が必要となる。

## 10.2 今後の課題

今後の課題としては以下のような事が挙げられる。

- ・被験者の数を増やしてさらに傾向を掴む

今回は学生を中心に若年層で実施したが、高齢者や30代、40代の被験者では今回と同様な結果が得られるのかどうか。高齢者などは気づきやすさの実験を実施した場合、反応時間などにはかなり差が出る可能性がありと思われる。

- ・点滅パターンの順番を検討する（点滅パターンをさらに追求する場合）

今回の若年層では点滅パターンの違いよりも点滅そのものが有効だとわかったが、やはり高齢者などは点滅の種類まで選ぶ結果になるのか。

実験開始の1番目はダミーとして使ってみるなど。（健聴学生は日常生活の中で「点滅する」という機会が少ないために、1番目は様子見的なことも考えられる、聴覚障害学生に関しては今回1番目に設定した従来機器が講義の開始終了の機器と同じだったために勘違いした学生もいた）

## 10.3 最後に

以上、今回の検証で従来の点滅機器に対する気づきの優位性、点滅の違いによる気づきやすさについて明らかになった。今後は点滅の違いによる「気づきやすさ」「連想される緊急事態」「不安感」「緊急度」「避難の必要性」、色光の実験と合わせ、本システムの具体化に向けて検討を進めて行く。

### 参考文献

- [1] 伊藤三千代、今井計、櫻庭晶子、金田博：照明器具を利用した緊急情報伝達システムに関する研究 - その1緊急時における聴覚障害者の意識及び必要とされる情報について. 筑波技術大学テクレポート Vol.18 (1) : 2010.

## Study on Emergency Information Transfer System Using Lighting Equipment (Part2 Study on the Experimental Verification of Flashing Light)

IMAI Hajime<sup>1)</sup> ITO Michiyo<sup>2)</sup> SAKURABA Shoko<sup>2)</sup> KANEDA Hiroshi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Industrial Information, Faculty of Industrial Technology

<sup>2)</sup>Department of Synthetic Design

Abstract: The purpose of this study is to assess the possibility of conveying information by varying the flashing patterns of LED lighting equipment in order to “immediately informing people” of an emergency inside a building and provide emergency information, such as “the cause of emergency (earthquake, fire, trespassers, etc.)” degree of the emergency,” and “ necessity for evacuation” .

A comparative experiment was conducted, with the use of the following light sources laminated signal lamp (white xenon), beanie light (yellow bulb), indicating light (yellow xenon), and Bellman flash (white LED), all of which are used in the Tsukuba University of Technology. The noticeably of the light generated using the LED lighting equipment when compared to that generated using conventional flashing devices and the effectiveness of conveying information by varying the flashing patterns are discussed.

Keywords: Emergency Information Transfer , Lighting equipment, Flashing, Universal design