

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 1 日現在

機関番号：37102

研究種目：基盤研究（C）一般

研究期間：2009～2011

課題番号：21500530

研究課題名（和文）ユニバーサルデザイン信号灯の CIE 標準仕様化に関する研究

研究課題名（英文）Research on the CIE Standardization of the Universal-Design Traffic Signal

研究代表者

落合 太郎（OCHIAI TARO）

九州産業大学・芸術学部・教授

研究者番号：00330788

研究成果の概要（和文）：ユニバーサルデザイン信号灯は、色覚異常者にだけ 100m の遠方から見える「×」印を赤信号灯に記号として埋め込み、黄と赤の区別を容易にする技術である。健常者には違和感が無い。国際照明委員会（CIE）から新たに世界基準として位置づけられることを目指し、性能に改良を加え、パブリックコンセンサスが図られるか、社会実験を公道で実施した。アンケート調査を実施し 95% から公共安全に寄与すると賛成意見が得られ、同時に実用段階に向けた改良点を洗い出すことができた。

研究成果の概要（英文）：Universal-Design Traffic Light look as if an ordinary signal, but it is specially designed only for the color blind to see “X” within a red signal, so red from yellow can be distinguished from a 100m distance. Since CIE will establish a new standard for LED signals, the data from a social experiment that testify whether the public will welcome the new signal light were an important factor. The 95% of the opinions implied the signal would be useful for the public safety. Some useful points for the modification were also obtained from the study.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：信号灯、ユニバーサルデザイン、色覚異常、CIE、LED、交通事故、道路交通

## 1. 研究開始当初の背景

（1）国際照明委員会（CIE）は ISO と連携して 300mm サイズの LED 信号灯の国際基準を定める研究部会 TC4-46 を 2007 年に立ち上げた。北京で開催された国際会議では研究代表者が提案したユニバーサルデザイン信号灯が、色覚異常者の見え方を改善するものであり、国際基準とするため積極的に特許を取得すべきであると議事録に明記され、CIE ホームページ上に公開された。

（2）色覚異常者対策はこれまで様々な方法

が試されたが解決できなかった難問であり、世界の専門家から公共交通安全に貢献すると期待が寄せられた。

（3）開発のネックとなっていた特殊 LED の輝度を 4 倍に高めた改良品が今回の研究において新たに専門メーカーの協力で開発提供されたため実験の幅が一挙に広がった。色覚異常者だけが見えるようなユニバーサルデザイン性能の輝度と色度のバランスを無数の組み合わせの中から発見することが可能となった。

## 2. 研究の目的

(1) 赤信号灯に組み込んだ×印を健常者には見え難く、色覚異常者にだけ見えるようにした LED 信号灯を改良すること。

(2) 公共インフラのひとつとして皆に受け入れてもらえるか、パブリックコンセンサスを検証すること。

(3) 国際仕様化を推進するため CIE の年次大会に出席し広報活動を展開すること。

## 3. 研究の方法

(1) 高精度輝度計測機器やアノマロスコプを活用しながらこれまでの実験データを改めて見直し、信号灯のユニバーサルデザイン性能の検証を行うため、色覚異常者にはあって健常者には無い能力を医科学的な実験によって検証した。

(2) 色覚異常研究の第一人者である眼科医と色覚団体の協力を得て、名古屋市内の中学校庭で信号灯の集団視認実験を行った。愛知県警、教育委員会からも関係者が参加した。

(3) 大学構内に一定期間中いつでもユニバーサルデザイン信号灯が視認できて 100m の距離が取れる場を設営し、通行者は誰でも携帯電話等から QR コードを読み取ってアンケートに回答してもらう方法を考案した。大量のデータが入手されると期待された。

(4) ×部に使用している特殊 LED の明るさを 4 倍にまで上げることが可能となる LED を専門メーカーから特別に提供してもらい、健常者には見えないが、色覚異常者には見えるユニバーサルデザイン性能の「閾値」が明確になるように改良した。

(5) 改良された新型 LED 赤灯を使用して理想的な輝度と色度の組合せを探索した。再度 (3) と同じ方法で実験データを入手し、改良点の分析を行った。

(6) ステークホルダーの行政機関(市、県、国)に対し視認実験に参加してもらい公道社会実験に向けた理解を得た。

(7) 福岡市内の主要幹線道路の片男佐橋交差点において 2012 年 1 月 27 日から 3 月 30 日の 2 ヶ月余の期間で公道における社会実験を実施した。主催者として福岡ビジネス創造センターと福岡県警察本部が共同で行った。

(8) 研究代表者の研究室・福岡市役所・九州産業大学等のホームページで広報すると共に、マスコミ各社からの取材に対応した。NHK やフジテレビ、毎日新聞が全国報道し、Yahoo トップニュースでも取り上げられ、地域のテレビ各局、朝日・読売・西日本新聞等からの報道支援も得た。広くインターネット経由でアンケート回答を得たほか、主な母集団として公民館や近隣のショッピングセンターにアンケート協力を依頼し、パブリックコンセンサスの検証を行った。

## 4. 研究成果

本研究の実施期間の最終段階で行った公道社会実験を中心に、成果をとりまとめる。

### (1) 社会実験の目的

福岡ビジネス創造センター、福岡県警察本部と九州産業大学落合太郎研究室は「福岡発世界初」の試みとしてユニバーサルデザイン信号灯の社会実験を行った。福岡市アイランドシティ近くの片男佐橋交差点に期間限定で設置し、公共安全に役に立つと思っていただけか、パブリックコンセンサスの検証を目的とする社会実験とアンケート調査を実施した。

### (2) 社会実験の方法

赤色灯に特殊な LED を「×」型に埋め込んだ LED 信号機を製作し、「×」印は信号の色がわかりにくかった人には遠くからでも見える反面、「×」印は一般の人には見えにくく作られた。

社会実験用に開発された×部の LED は RGB の 3 個のチップを搭載したフルカラータイプで、×部以外の赤色 LED は通常の信号灯用 LED を使用した。×部の色度は紫系で、輝度は周辺よりも低くし、色度と輝度の微細なバランスから 100m の直線距離を閾値として見え方の違いがでるように調整した。このフルカラー LED は通常の信号灯用 LED より配光特性が広く、レンズ部分には半透明の拡散材が使用されている。このためやや白色味を帯びて見えるという特徴を有するが、量産仕様時の検討事項として実施した。



信号の色が見えにくい人のシミュレーション (下図): 黄と赤が同じように見えるが×印で区別できる。



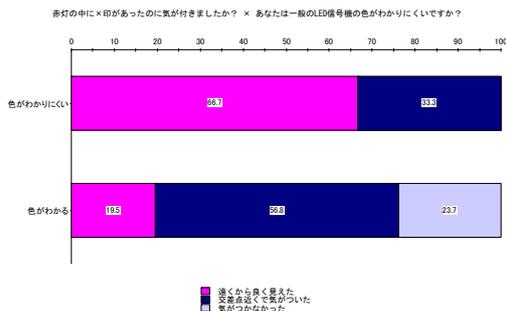
交差点右側の赤信号に設置 (A 方向)

アンケート回答には QR コードを通して表示される携帯電話画面および研究室ホームページから入力、あるいは回答用紙に直接記入して FAX するか、地域の公民館等に設置した箱に投函することで回収した。評価対象となる信号機は片男佐橋交差点の交差点に向かって右側に見える 4 信号灯とした。アンケート調査期間は 2012 年 1 月 27 日～3 月 8 日であった。

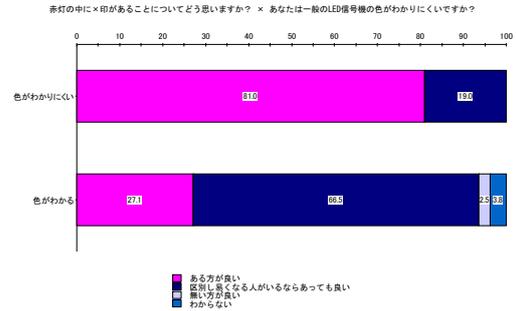
### (3) 社会実験の結果

期間内に有効回答総数 257 票のアンケートを回収した。色覚障害者からの回答は 21 票、健常者からの回答は 236 票であった。実際に色覚障害者が運転する車に同乗し、運転状況を観察すると共に、実験室段階との見え方の違いなど詳細なインタビューを併せて実施した。

### 設問 (1) 赤灯の中に×印があったのに気がつきましたか？



### 設問 (2) 赤灯の中に×印があることについてどう思いますか？



### 設問 (3) ユニバーサルデザイン信号機をどう思いますか？ (抜粋)

#### 【色覚障害者】

- ・考案された信号機は非常に判りやすく、日本をはじめとして世界各国で普及する事を期待しています。
- ・この信号は健常者にも問題なく色弱の人には大変ありがたいものであると思います。
- ・赤か黄か判らないと、急ぐときは困るので、×が見えれば心理的な抑止効果になると思う。
- ・日中の日が出ているときに遠くからだと赤信号と黄信号の違いがわかりにくかったので、ラインを入れることにより判別し易くなる所が非常に事故も減少できていいと思います。

#### 【健常者】

- ・交通弱者が置き去りにされていることが気になります。このような信号機が福岡から全国へ、世界へと広がることを期待したいです。
- ・×印がはっきり見えていても、赤だとわかるのなら構わないとさえ思うのに、必要な人にだけ必要な情報が届くのなら、尚一層良いと思います。実際に意識しないで信号を利用したら気がつかなかったのはすごいいいと思いました。
- ・色覚と「×」という視覚、ダブルのサインで訴える発想は良いと思うし、脳に働きかける反射作用もあるような気がします。
- ・父がこの信号を「便利」と言っています。赤系の色が見えにくいので、全ての信号にそれをつけてくれたら、父のような人が更に運転しやすくなると思います。

### (4) 社会実験の考察

アンケート回答から、回答者総数の 94.2% が赤信号に×印があることに賛成であった。健常者に限れば、赤灯に×が「あるほうが良い」が 27.1%、「区別し易くなる人があるならあっても良い」が 66.5% で、両方を合わせると 93.6% が賛成意見であった。健常者の大多数の意識としては、違和感もほとんど無く、色覚障害者のニーズにマッチするのであれば良いのではないかと前向きに歓迎された。

一部の健常者には×印が遠方からしっかり見えても構わないのでは、という意識があることも窺い知れた。

今後考慮すべき参考意見としては、色覚障碍者は運転すべきではない、高齢ドライバーが新しい信号を覚えられないのではないか、道路交通法では本来黄色信号も止まれであるから黄色信号できちんと止まることを啓発するので事足りる、などがあつた。

今回の社会実験は、幹線道路の正面ではなく右側面に設置した補助的な信号灯で行つたため、交差点に近づくにつれて斜めの視野角度が段々と深くなるという状況であつた。このため特に夜間、青やピンク系の色味を強めに感じるという現象が、健常者にも色覚障碍者の一部にも発生した。

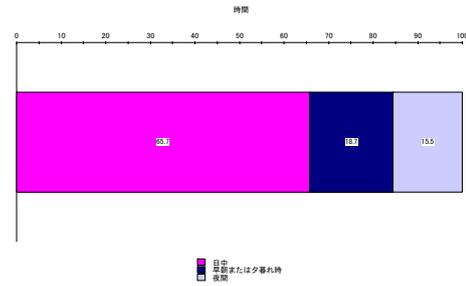
この問題は×部に使用したLEDを量産仕様とする際、光の拡散を抑えた赤色LEDと同じ配光特性を担保させれば解決する。また使用するLED総数を減らして×部の線幅を太くし、補助信号に設置される場合等を含めて、斜め3次元方向からの遠方視野にもユニバーサルデザイン性能を保持させることが可能である。

今回の社会実験と関連して、色覚障碍者からの別途のニーズとして、3灯式信号灯は昼間には位置で判別可能なため、一灯点滅式の方を優先して解決して欲しいとあつた。同方式の赤灯と黄灯の組合せによって早急の問題解決を図ることも、社会ニーズのひとつとして指摘された。

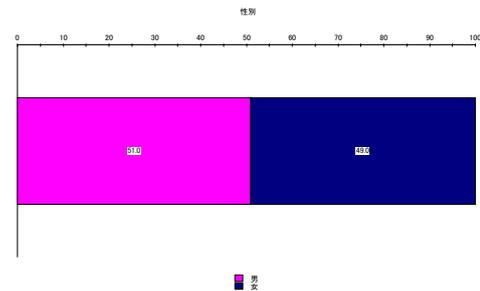


社会実験中の赤信号灯：斜め角度が深くなると×印が目立つ点を改良することが、本来性能の向上にも繋がる。

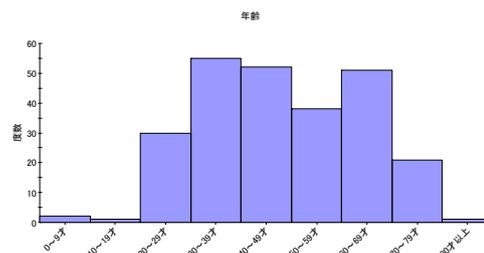
### ①時間



### ②性別



### ③年齢



乗用車から見た動体視力を基本に被験者を募つたため、これまで大学構内で行つてきた信号灯の見え方実験が歩行をしながらの直線観察であつたことと条件が異なり、まさにリアルワールド環境下での社会実験であつたことは、得られた情報の量と質の両面で内容の濃いものであつた。

アンケートから寄せられた様々な期待が込められた意見を読めば、ユニバーサルデザイン信号灯のコンセプトは時代の流れに沿うものであるということが実感された。大多数が『赤信号灯に×印がある』というデザインを容認し、『×印が見える』という機能が、色覚障碍者には便利、健常者にはより安全と受け止められた。新しいユニバーサル社会の実現に向けて理解を示し、健常者も色覚障碍者も信号機というひとつの社会インフラの改良を遂げる目標で共感しあつた。ユニバーサルデザイン方式による信号機によって、パブリックコンセンサスは達成可能である、と結論付けられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

- ① 落合太郎、色覚異常者にやさしいLED道路交通信号灯、照明学会誌、査読無、94巻、2010、pp. 192-197

〔学会発表〕(計8件)

- ① 落合太郎、ユニバーサルデザイン信号灯の社会実験に関する研究-パブリックコンセンサスとCIE標準仕様化の試み、平成23年度(第44回)照明学会全国大会、2011年9月16日、愛媛市
- ② 落合太郎、ユニバーサルデザイン信号灯の社会実験とパブリックコンセンサス、第12回日本ロービジョン学会学術総会、2011年6月3日、北九州市
- ③ 落合太郎、Next Universal Design、International Conference on Cultural Creativity and Innovative Design (国際学会招待講演)、2011年4月27日、Trans World University、台湾
- ④ 落合太郎、ユニバーサルデザイン信号灯のCIE標準化に関する研究-パブリックコンセンサスの試み、第52回日本産業・労働・交通眼科学会、2010年11月20日、北九州市
- ⑤ 落合太郎、Incorporation of Universal Design concept in road traffic signals、TC4-46, CIE Div.4 meeting、2010年9月6-8日、Vienna, Austria
- ⑥ 落合太郎、視覚と距離感に関する仮説的研究、第51回日本産業・労働・交通眼科学会、2009年11月28日、宇都宮大学(宇都宮市)
- ⑦ 落合太郎、暗闇空間における感覚感度に関する研究 Five Senses in the Dark、2009年度日本建築学会大会(東北)、2009年8月29日、東北学院大学(仙台市)
- ⑧ 落合太郎、A Study for Developing Universal-Design Road Signal、日本デザイン学会第56回春季研究発表大会、2009年6月28日、名古屋市立大学(名古屋市)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.kyusan-u.ac.jp/J/tarochiai/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

落合 太郎 (OCHIAI TARO)  
九州産業大学・芸術学部・教授  
研究者番号：00330788

(2) 研究分担者

無し

(3) 連携研究者  
無し