

令和 6 年 5 月 10 日現在

機関番号：36102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12736

研究課題名（和文）視覚障害者誘導用発光ブロックの点滅光に関する研究

研究課題名（英文）Study on blinking light of LED guiding block for person with visually impairment

研究代表者

藤澤 正一郎（Fujisawa, Shoichiro）

徳島文理大学・理工学部・教授

研究者番号：50321500

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では常灯する発光ブロックに対して単純点滅やフェードイン・フェードアウト点滅との比較を行い、視認性に及ぼす点滅刺激の関係を明らかにした。今回の実験では、3種類の環境照度（20lux, 50lx, 100lx）に対して官能評価を行った。発光ブロックの輝度に対して照度の差が異なると刺激と視認性に違いが見られた。周囲の照度によって単純点滅かフェードイン・フェードアウト点滅かを選択することが知見として見出された。今回の知見から歩行者や周囲の環境に配慮した点滅でありながら視覚障害者の誘導に効果的な支援を行うことが期待できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は光の刺激は抑えつつ覚醒させる点滅周期と点滅パターンを探ることを目的としている。光の刺激の強さは官能評価で評価する。刺激の強さと覚醒度から人間の感覚特性である順応が見られる点滅周期と点滅パターンによる覚醒との最適な点滅を探索し、得られた点滅パターンを視覚障害者と健常者による視認性の検証実験で検証を行なった。照度の違いによるフェーズインフェーズアウト点滅や単純点滅が周囲に配慮しながらも歩行者に有効であることを検証することができた。

研究成果の概要（英文）：In this study, we compared simple blinking and fade-in/fade-out blinking for constantly lit light-emitting blocks, and clarified the relationship of blinking stimuli on visibility. In this experiment, sensory evaluation was performed for three types of environmental illuminance (20lux, 50lx, 100lx). Differences in stimulation and visibility were seen when the difference in illuminance was different from the luminance of the light-emitting block. It was discovered that simple blinking or fade-in/fade-out blinking can be selected depending on the surrounding illuminance. Based on this knowledge, we can expect that the system will provide effective guidance for visually impaired people while providing flashing that is considerate of pedestrians and the surrounding environment.

研究分野：福祉工学

キーワード：視覚障害者 発光ブロック 弱視者 視認性 官能評価

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

視覚障害者の約 8 割は残存視力を有している。著者らは視覚障害者のための発光ブロック (図 1 参照) を開発した。この発光ブロックは横断歩道口に敷設することによって、視覚障害者の夜間の横断を支援することを目的としている。一般的には、目的の光源と周囲の光源を選択的に識別する手法として点滅光が採用されている。しかし、この点滅光 (単純点滅) は、夜間の道路工事現場などに使用されるように刺激の強い光となり、普段の道路環境下では相応しくない提示方法となる。そこで、著者らは刺激を抑えた点滅として徐々に明るくなり徐々に暗くなるフェーズインフェーズアウト点滅に注目した。この点滅パターンは一見、刺激を抑えただけで視認性が落ちると考えられるが、人の感覚特性である順応と覚醒に注目すると、刺激は抑えつつも覚醒させる点滅周期と点滅パターンが存在すると考えられる。

2. 研究の目的

そこで、本研究は光の刺激は抑えつつ覚醒させる点滅周期と点滅パターンを探ることを目的としている。光の刺激の強さは官能評価で評価する。刺激の強さと覚醒度から人間の感覚特性である順応が見られる点滅周期と点滅パターンによる覚醒との最適な点滅を探索し、得られた点滅パターンを視覚障害者と健常者による視認性の検証実験で検証を行なう。フェーズインフェーズアウト点滅が周囲に配慮しながらも歩行者に有効性であることを検証した。

3. 研究の方法

本研究では、官能評価では刺激が抑えられていると感じながらも脳波は覚醒の高い発光パターンを探索し、実証実験で検証を行う。点滅のオンとオフが繰り返す単純点滅と徐々に明るくなり徐々に暗くなるフェーズインフェーズアウト点滅の刺激の強さを官能評価で、覚醒度を脳波で計測することによって、刺激の順応と覚醒のトレードオフな関係から最適なパターンを探索する。得られた点滅パターンを発行ブロックの点滅に採用し、健常者と視覚障害者による発光ブロックの視認距離の実験を行うことで、歩行者への有効性を検証する。実験では、常灯する発光ブロック (単純点滅) とフェーズインフェーズアウト点滅する発光ブロックを遠方から徐々に近づいて、発光ブロックの光が視認できた視認距離の比較を行い、視認性に及ぼす点滅刺激の関係を明らかにする。この視認距離の実験から、フェーズインフェーズアウト点滅が視認距離は確保しながらも刺激を抑えることができる点滅の有効性を検証する。最適な点滅パターンで点滅させた発光ブロックを横断歩道口に敷設することによって、歩行者や周囲の環境に配慮した点滅でありながら視覚障害者の誘導に効果的な支援を行うことが期待できる。

今回の実験では、官能評価について述べる被験者には常灯の光を基準として、それぞれの点滅パターンの刺激の強さ、視認性と不快感について評価してもらう。被験者は 7 段階の心理強度で回答する。[1]-[3] 加えて 3 種類の照度の違う実験環境下で官能評価を行う。

著者らは開発した発光ブロックの有効性の検証実験[4]を行ってきたが、常灯で使用してきた。実際の道路環境を想定して周囲の店舗などの照明が背景にある場合の発光ブロックの視認性についても検証実験[5]を行った。周囲の店舗などの光源に見立てて白の発光板の高さを変えて視認性を検証した結果、後方の発光板の影響を受けることが分かった。また、実際の横断歩道口に敷設した発光ブロックの検証実験[6]を行ったが、実際の横断歩道では走行する車のヘッドライトや周囲の光源と発光ブロックが存在し、発光ブロックを選択的に識別するために、著者らは点滅光による刺激を抑えながらも視認性を向上させる点滅光の開発を行った。人間の刺激に対して覚醒と順応に注目して、点滅の周期や発光時間の違いによって刺激が抑えられていると感じながらも覚醒するパターンが存在することを先行研究[7]で確認している。

今回の実験では各種パターンの点滅を用意する。周期 4~7 秒の各種点滅パターンを行った。点滅のパラメーターは点滅周期・消灯時間・点滅方法の 3 つである。A は ONOFF する点滅方法であり単純点滅と呼ぶ。B は徐々に光が暗くなり完全に光が消えると徐々に明るくなる点滅方法でありフェードインフェードアウト点滅と呼ぶ。点滅のパラメーターは点滅周期・消灯時間・点滅方法の 3 つである。点滅方法のイメージ図を図 2 に示す。

被験者に点滅光を提示し、点滅光時の脳波を測定、刺激の官能評価を実施する。図 3 に実験に使用した暗室を示す。大きさは高さ 2m、横幅 2m、奥行 4m である。実験環境用のライトには調光可能な LED ラインボウダーライトを使用する。新型コロナウイルス対策として吸排気の換気扇を設置している。



Fig. 1 LED block

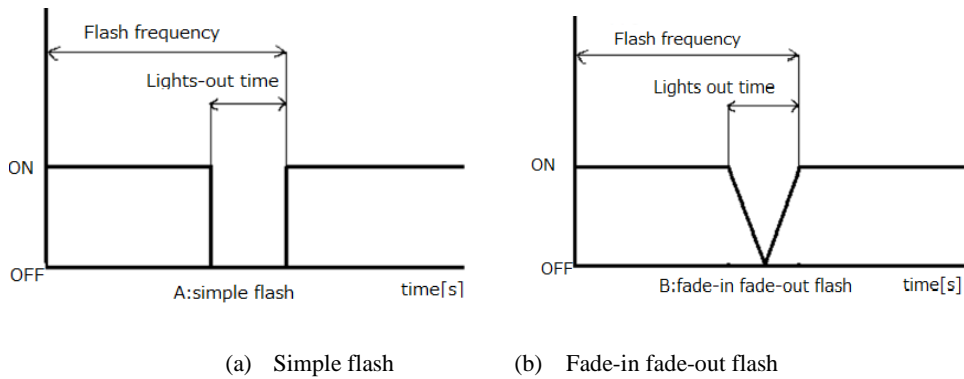


Fig. 2 Blinking pattern



Fig. 3 Experiment environment

Table 1 Combination of blinking or ON-OFF patterns.

		1 cycle (s)	ON time (s)	OFF or Phase time (s)
1	A1	2	1	1
2	B1			
3	A2	2.5	1.5	
4	B2			
5	A3	2.5	1	1.5
6	B3			
7	A4			
8	B4	3	1.5	
9	A5			
10	B5	3	1	
11	A6			
12	B6			3.5

A: simple flash B: fade-in fade-out flash

4. 研究成果

各 12 パターンの点滅光を晴眼と疑似白内障の視野で 1 回ずつ、26 人の被験者について測定し、各点滅の常灯と比べた点滅光の刺激の強弱、不快感、視認性の平均値を算出した。官能評価の結果を照度の違いと晴眼と疑似弱視のそれぞれ図 4 からと図 9 に示す。周期と点灯時間と消灯時間の同じ A の単純点滅に対して B のフェーズインフェーズアウト点滅が、評価値が下がっていることが分かる。また、周期が長くなるほど評価値も下がっていく傾向にあることが分かる。また、照度も明るくなるにしたがって刺激も視認性、不快感も下がる傾向となっている。

図 6 と図 7 に晴眼と疑似弱視の照度ごとの A の単純点滅群 (A1 から A6 の平均) と B のフェーズインフェーズアウト群 (B1 から B6 の平均) の点滅光の刺激の強度、視認性、不快感の総合平均値を示している。図 6 の晴眼では、A の単純点滅が全ての照度に対して高い刺激と視認性を示しているのに対して、B のフェードインフェードアウト点滅では、視認性は下がるものの刺激を抑えることができていることが分かる。図 7 の疑似弱視では、A の単純点滅は晴眼に比べて値が下がるものの刺激も視認性も高いことが分かるが、B のフェードインフェードアウト点滅は、照度の低い 20lx では、視認性は確保しながら刺激を抑えていることが分かるが、照度が高くなると刺激は下がると同時に視認性が落ちていることが分かる。特に 100lx では、視認性の落ち方が大きく常灯と変わらないことが分かる。

今回の実験は弱視者への支援の際の最適な点滅方法を求めることを目的に実施した。弱視者への支援は

より視認性の強いものが望ましいが、実際公共の施設に目がチカチカするような点滅を導入した場合、周りの健常者の不快感を誘発しかねない。例えば、横断歩道入口に点滅周期が速い 1Hz 程度の点滅光を導入した場合、ドライバーの視界にも入り、ドライバーに不快感やよそ見を誘発することになり、場合によっては事故を引き起こす可能性もある。我々が考える支援に用いる点滅光の理想は、ある程度覚醒度が確保できており、尚且つ不快感を誘発させないものであることが望ましいと考える。この条件をもとに今回の実験を行った点滅パターンの中から選定すると、照度の低い時は刺激も抑えながら視認性も確保できるフェードインフェードアウト点滅が有効と考えられる。ただし、照度が高くなると光の刺激は抑えられるものの視認性も下がるが分かった。照度の高い場合は、周期の短い B1 のフェードインフェードアウトを選択する必要があると考えられる。

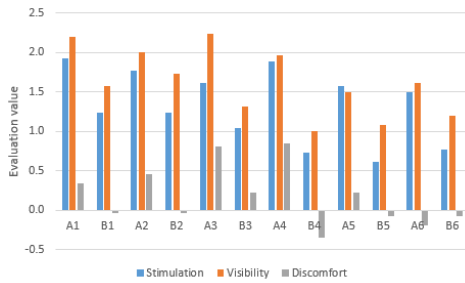


Fig. 4 Results of sensory evaluation at 20lx.
(Sighted person)

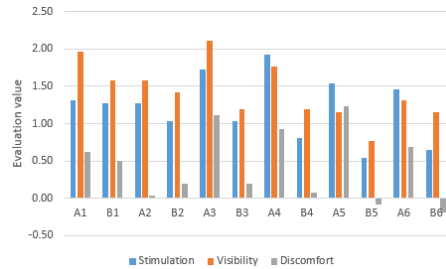


Fig. 5 Results of sensory evaluation at 20lx.
(Pseudo-low vision person)

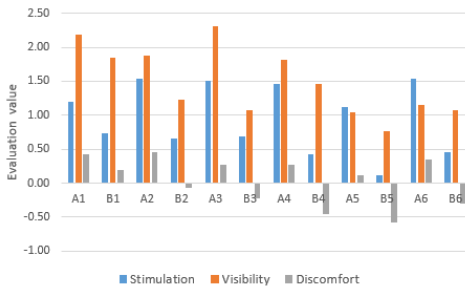


Fig. 4 Results of sensory evaluation at 50lx.
(Sighted person)

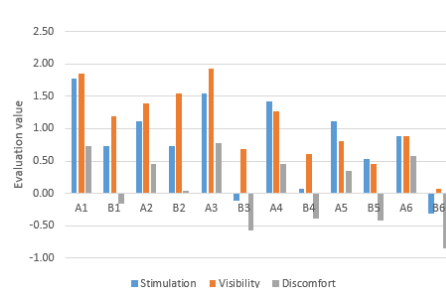


Fig. 5 Results of sensory evaluation at 50lx.
(Pseudo-low vision person)

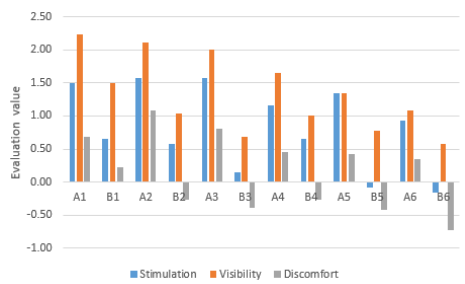


Fig. 4 Results of sensory evaluation at 100lx.
(Sighted person)

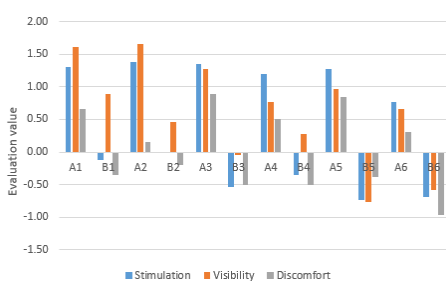


Fig. 5 Results of sensory evaluation at 100lx.
(Pseudo-low vision person)

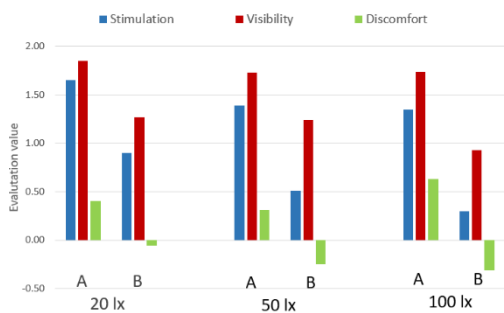


Fig.6 Comprehensive Evaluation Value
(Sighted person)

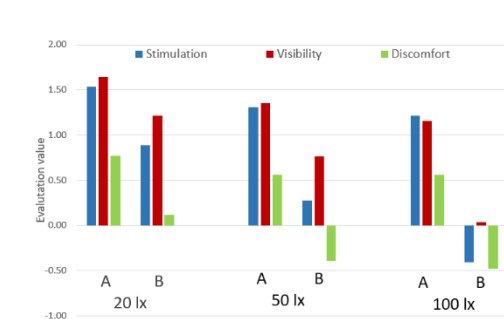


Fig. 7 Comprehensive Evaluation Value
(Pseudo-low vision person)

参考文献

- [1] Carl R. Stoelzel, Joseph M. Huff, Yulia Bereshpolova, Jun Zhuang, Xiaojuan Hei, Jose-Manuel Alonso, and Harvey A. , Hour-long adaptation in the awake early visual system, *J. Neurophysiol.* Vol. 114, No. 2, pp. 1172-1182, 2015.
- [2] Juan M. Abolafia, R. Vergara, M. M. Arnold, R. Reig, M. V. Sanchez-Vives, Cortical Auditory Adaptation in the Awake Rat and the Role of Potassium Currents, *Cereb Cortex* Vol. 21, No. 5, pp. 977-990, 2011
- [3] Andreas J Keller, Rachael Houlton, Björn M Kampa, Nicholas A Lesica, Thomas D Mrsic-Flogel, Georg B Keller, Fritjof Helmchen, Stimulus relevance modulates contrast adaptation in visual cortex, *eLife*, 6, e21589, pp. 1-12, 2017
- [4] Norihiro Ikeda, Kazuya Takahashi, Genji Yamamoto, Yuki Kimura, Shin-ichi Ito, Katsuya Sato and Shoichiro Fujisawa, Verification of LED Blocks used at Crosswalk Entrances for Persons with Visually Impairment, *Assistive Technology Research Series*, Vol. 33, pp. 982-987, Sep., 2013
- [5] Norihiro Ikeda, Kazuya Takahashi, Tomoyuki Inagaki, Katsuya Sato, Shin-ichi Ito, Motohiro Seiyama, Kiyohito Takeuchi, Hiroshi Ogino and Shoichiro Fujisawa, Visibility of LED Blocks Mounted on Crosswalk Boundaries for low Visual Capacity, *Assistive Technology, Studies in health technology and informatics (Stud Health Tech Informat)*, Vol. 217, pp. 512-517, 2015.
- [6] Hideaki Nagahama, Tomoyuki Inagaki, Norihiro Ikeda, Kazuya Takahashi, Kiyohito Takeuchi, Hiroshi Ogino, Katsuya Sato, Shin-ichi Ito and Shoichiro Fujisawa, Proof Experiment of LED Block Equipped with Projections to Locate Travel Direction for Blind and Vision Impaired Persons, *Proceedings of the AHFE2016 International Conference on Human Factors in Transportation*, pp. 159-169, Orlando, Jul. 2016.
- [7] Tomohiro Okada, Takashi Miyamoto, Shin-ichi Ito, Katsuya Sato, Norihiro Ikeda, Osamu Sueda, and Shoichiro Fujisawa, Research on Blinking-Luminescence Travel Support for Visually Impaired Persons, *Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Human Factors in Transportation*, Los Angeles, pp. 319-324, July, 2017

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Shoichiro Fujisawa, Kenji Sakami, Masaki Okegawa, Jyunji Kawata, Jiro Morimoto, Yoshio Kaji, Mineo Higuchi and Shin-ichi Ito
2. 発表標題 On the stimulation and visibility by blinking light emitting block for low vision
3. 学会等名 Proceedings of the AHFE2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤澤正一郎, 坂見健二, 西森翔矢, 熱田好古, 森本滋郎, 河田淳治, 加治芳雄, 樋口峰夫, 伊藤伸一
2. 発表標題 弱視者の移動を支援する点滅光の開発
3. 学会等名 SICE第23回システムインテグレーション部門講演会(SI2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西森 翔矢, 熱田好古, 森本滋郎, 河田淳治, 加治芳雄, 樋口峰夫, 坂見健二, 藤澤正一郎, 伊藤伸一
2. 発表標題 照度の違いによる点滅光の視認性について
3. 学会等名 電気学会 制御研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shoichiro Fujisawa, Kenji Sakami, Tomoya Sakaguchi, Takatoshi Aoki, Masaki Okegawa, Jiro Morimoto, Jyunji Kawata, Yoshio Kaji, Mineo Higuchi and Shin-ichi Ito
2. 発表標題 Visual Guidance by blinking light of LED block for individuals affected with low vision,
3. 学会等名 Proceedings of the AHFE2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shoichiro Fujisawa, Kenji Sakami, Masaki Okegawa, Jyunji Kawata, Jiro Morimoto, Yoshio Kaji, Mineo Higuchi and Shin-ichi Ito
2. 発表標題 On the stimulation and visibility by blinking light emitting block for low vision
3. 学会等名 Proceedings of the AHFE2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤澤 正一郎, 坂見 健二, 坂口 友哉, 青木 隆功, 森本 滋郎, 河田 淳治, 樋口 峰夫, 伊藤 伸一
2. 発表標題 LEDブロックの点滅効果による視認性向上について
3. 学会等名 電気学会制御研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤澤 正一郎, 坂見 健二, 坂口 友哉, 青木 隆功, 桶川 誠貴, 森本 滋郎, 河田 淳治, 加治 芳雄, 樋口 峰夫, 伊藤 伸一
2. 発表標題 弱視者のための発光ブロックの点滅光による誘導
3. 学会等名 計測自動制御学会SI部門講演会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	河田 淳治 (Kawata Jyunji) (00248329)	徳島文理大学・理工学部・講師 (36102)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	森本 滋郎 (Morimoto Jiro) (40309696)	徳島文理大学・理工学部・准教授 (36102)	
研究分担者	伊藤 伸一 (Ito Shin-ichi) (90547655)	徳島大学・大学院社会産業理工学研究部（理工学域）・講師 (16101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関