

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 5 月 31 日現在

機関番号：32678

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K04467

研究課題名（和文）地域景観を継承しながら夜間の震災遭遇時に効力を発揮する光環境形成に関する研究

研究課題名（英文）Research on effective lighting environment design in the event of a nighttime earthquake while inheriting the local landscape

研究代表者

小林 茂雄（Kobayashi, Shigeo）

東京都市大学・建築都市デザイン学部・教授

研究者番号：20262313

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）：津波や河川氾濫などの広域災害発生が懸念される沿岸部を対象として、昼間と夜間において、避難場所や経路がどの範囲から把握できるかという調査を行った。そして避難場所までの経路を最小限の照明で認識するような照明計画を立て、現地の広い範囲で仮設的な実験を行った。社会実験を踏まえて、夜間に災害が起きた際に咄嗟に方向や避難経路が認識できる光環境の計画手法を検討した。具体的な地域の一つとして、観光地としての再生が期待されると共に津波被災の危険のある静岡県東伊豆町の熱川温泉を取り上げた。調査や実験の結果、主要な景観要素を夜間に可視化することで景観の向上だけでなく、高台方向の認識にも寄与することを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

屋外での避難誘導照明は、災害発生時の緊急的避難誘導という機能に絞るのではなく、日常的に山（高台）や海や川などの地形を感じさせ、潜在的に避難方向を把握するものとして捉えることが重要であることを示した。地域の景観特性を考慮しながら、避難経路全体での輝度や照度のバランスを取る計画とすることで、総合的な視認性が向上すると共に消費電力も大幅に抑えられることとなる。

研究成果の概要（英文）：This study targets coastal areas where wide-area disasters such as tsunamis and river floods are concerned. A survey was conducted to determine the range from which evacuation sites and routes can be grasped during the day and at night. Based on the results, an outdoor lighting design was made to recognize the route to the evacuation site with the minimum amount of lighting, and a temporary experiment was conducted over a wide area of the site. Next, a lighting planning method that can recognize the direction and evacuation route in the event of a disaster at night was examined. Atagawa Onsen in Higashiizu Town, Shizuoka Prefecture, which is expected to be regenerated as a tourist destination and is at risk of being damaged by the tsunami, was taken up. As a result of surveys and experiments, it was confirmed that visualizing the main landscape elements at night contributes not only to the improvement of the landscape but also to the recognition of the direction of the hill.

研究分野：建築環境

キーワード：津波 避難照明 地形認識 停電 景観 照明社会実験 省エネルギー

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 東日本大震災以降、津波被害を受けた沿岸部では高さ 10 メートル程度の大規模な防波堤や防潮堤が建設されていた。こうした堤防によって物理的な安全確保は強化されるようになるが、それと同時に、それまで街に帰属してきた景観や地形の一部が失われてしまうという問題が起こっていた。

(2) 堤防によって街から海面が見えにくくなることは、古くからある風景が感じられなくなるだけでなく、危険予知において障害になることが多い。どちらに避難すべきかということ考えた場合、海や山などの地形を視覚的に認識することが重要だからである。本研究は、その場所らしさを尊重し、震災遭遇時の緊急避難を促すことと、地形などの地域性を日常的に可視化する夜間の光環境を同時に達成することを目指し、その手法を構築しようと試みた。

### 2. 研究の目的

(1) 大規模な津波被害の危険性のある地域を対象として、その場所の持つ地形や歴史的景観を継承しながら夜間の迅速な高台避難を促す光環境を構築する。地域全体の光量を抑えつつも空間的特徴を光で可視化させることで、光によって地理的な方向が認識し、夜間の非常時において咄嗟に避難行動に移るようにすることが目的である。

(2) 東日本大震災で津波による大きな被害を受けた宮城県気仙沼市と、南海トラフ地震において津波被害を受ける可能性のある静岡県東伊豆町を対象として、津波からの避難経路と、最終的に目標とする地点が、どのように把握されているかを調査する。静岡県の沿岸部は地震発生からの津波到達時間が東北地方よりも大幅に短く、人口の絶対数も人口密度も高いため、迅速で効率的な避難が求められている。そのためには、夜間でも日常的に避難場所や地形などが認識できることが重要である。

### 3. 研究の方法

(1) 静岡県の熱川温泉を対象として検討する。伊豆半島東岸の中央に位置しており、相模湾に面して街が形成されている。街の中央を流れる濁川に沿って大小様々な旅館が立地しており、全体として急勾配の地形を有している。地下から 100 の源泉を汲み上げるための櫓が中心部に 16 基建っており、この地の景観的な特徴となっている。濁川沿岸で土砂災害が発生する危険性があるが、3 箇所の避難所はこうした災害にも安全な場所にある。

(2) はじめに、日中(10~15時)と夜間(20~22時)において、沿岸部から避難場所のある高台へと向かう 4 箇所の避難路入口付近から「高台方向が認識できるか」を把握すると共に、「高台方向や避難路の認識に役立つ要素(高台要素)は何か」を把握する調査を行う。

(3) 次にこの調査結果を踏まえ、避難誘導と観光客誘致を目的として広範囲に照明を仮想的に設置する社会実験を行う。これらの調査と実験を踏まえて、広域避難照明の常設整備計画を検討する。

### 4. 研究成果

(1) 通常時(照明改修前)の避難路認識調査より、日中は 4 箇所いずれの避難路入口からも高台方向が十分(75%以上)認識できていた。このとき、坂や温泉櫓の多くが高台への目印となる景観要素として挙げられた。一方、夜間になると高台方向の認識も高台要素の認識も大きく低下した。道路上は一灯の光束が約 6,000 (lm) のポール灯か約 2,000 (lm) の防犯灯(電柱設置)で照らされているものの、地形の認識や景観要素の把握にはあまり寄与していなかった。路面平均照度も、エリアによって 0.1 (lx) 程度から 30 (lx) を超えるところまであり、かなり幅がみられた。全体では 3.7 (lx) 程度であった。川沿いの散策路には大型の街路灯が林立しているが、周囲に対して光が強すぎるため光源だけが目立つ状態となっていた。日中の高台認識に役立つ要素が十分に照らされていないと判断された。

(2) 避難路認識調査を踏まえて、次のような光環境計画を設定した。この考え方に基づいて照明を配置する社会実験を行った。

川沿い遊歩道の光：既存の光束の大きい街路灯の代わりに小光源を高台方向に連続配置する。経路が分かることで、散策を促し、避難場所への誘導効果を高める。また地形も意識できる。

温泉櫓への投光：温泉櫓と噴出する湯煙に象徴的に光を与える。地域の景観的特徴を可視化すると共に、目印が認識できることで、高台方向の認識と避難誘導を促進する。

光の強さと光色の統一：町全体として低色温度と低輝度の光に統一する。光束や消費



(5) 屋外での避難誘導照明は、災害発生時の緊急的避難誘導という機能に絞るのではなく、日常的に山(高台)や海や川などの地形を感じさせ、潜在的に避難方向を把握する手段として活用することが重要だと分かった。地域の景観特性を考慮しながら、避難経路全体での輝度や照度のバランスを取ることで、総体的な視認性が向上すると共に消費電力も大幅に抑えられると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 小林茂雄	4. 巻 1170
2. 論文標題 夜間の避難誘導と風景維持のための灯りづくり	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 建築と社会	6. 最初と最後の頁 28-29
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小林茂雄、角館政英、西森陸雄	4. 巻 25
2. 論文標題 伊豆半島熱川温泉を対象とした地域観光と津波避難を両立させる夜間光環境の提案	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会技術報告集	6. 最初と最後の頁 299-302
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小林茂雄	4. 巻 104
2. 論文標題 防災照明 広域災害に備える照明	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 照明学会誌	6. 最初と最後の頁 372-376
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 横澤稜、小林茂雄、角館政英
2. 発表標題 道路と建物とポイドを一体的に計画した街路照明とその評価 - 気仙沼駅前商店街を対象として -
3. 学会等名 第41回照明学会東京支部大会
4. 発表年 2019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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------