

小林 茂雄（東京都市大学）
Shigeo Kobayashi

キーワード：自然災害，広域避難，屋外照明，空間認知，景観

1. 委員会の設立趣旨

災害発生は日中・夜間を問わない。火災については実際に大きな被害が起きやすいのは夜間の方でもある。夜間に災害が発生した場合は、身の安全を確保するにも、周囲の状況を把握するためにも困難が生じる。津波や、洪水、土砂崩れ、噴火など災害が広域であれば、建物の外に出た後にも長い距離を移動して避難しなければならない。段差や亀裂や落下物がどこにあるか分からなかったり、道路が冠水して歩行に支障をきたしたりする中で、安全な場所にいち早く向かう必要がある。

災害発生時には停電になることも予想され、照明が消灯し、行政やラジオなどによる避難指示も届かないことがある。行政や他者に頼ることなく、各個人が自主的に、即座に避難できるようにしなければならない。津波であれば、建物内の垂直避難ができなければ高台へ避難することが唯一の対応行動であり、危険地帯にいた場合は基本的に屋外を移動する必要がある。そのためには暗闇の中でも灯る照明が安全な場所へと誘導することが求められる。

2000年代に入ってから、地球温暖化も相まって、日本各地で台風や集中豪雨による水災害の被害が毎年のように発生している。堤防が決壊するなどして河川が氾濫し、また内水氾濫などにもよって周辺地域は大規模な浸水被害に遭っている。こうした近年の自然災害の増加と夜間の避難照明に関する切迫した課題を踏まえて、2020年4月に、照明学会の視覚・色・光環境分科会内に「災害に備えたレジリエントな屋外照明研究調査委員会」が設立された。地震や水害など、広域な災害が発生した時の屋外照明デザインについて検討するものである。

2. 構成メンバーと議論

災害に強いレジリエントな屋外照明について、照明技術的な側面だけでなく、避難行動や人間心理的な側面、そして空間特性に応じた照明計画的な側面と照明デザインの側面から調査研究を行うこととした。そのため委員メンバーは、屋外光環境や防災照明、視覚や避難行動に関する研究者、屋外照明に関わる実務者、照明デザイナーなどで構成された。

- 委員長 小林茂雄（東京都市大学）
幹事 山口秀樹（国土技術政策総合研究所）
角舘政英（ぼんぼり光環境計画）
委員 秋月有紀（富山大学）
齊尚樹（因幡電機製作所）
諫川輝之（東京都市大学）
小山憲太郎（コヤマケントラウドデザイン事務所）
櫻井将人（静岡理科大学）
茶谷麻子（東芝ライテック）
外山明代（岩崎電気）
長町志穂（LEM空間工房）
山田祐介（パナソニック）

委員会では、屋外の防災照明に対して各委員の専門分野に基づ

く問題意識を提示し、これまで国内の様々な地域で進められてきた避難照明や防災照明のプロジェクトを紹介した。また災害時の避難者の心理と行動、災害後の電力復旧過程、避難に必要とされる照度などについて現状把握と今後の課題を検討した。さらに屋外の公共性の高い照明プロジェクトにおいて、自治体や住民らとどのように交渉を重ねてどのような照明設備が実現されたのかについて知見や方法を共有した。そして避難誘導のための屋外照明方法、災害に備える照明器具や設備、非常時の照明手法、蓄電池や通信設備について議論を進めた。図1に本委員会で議論した内容を示す。

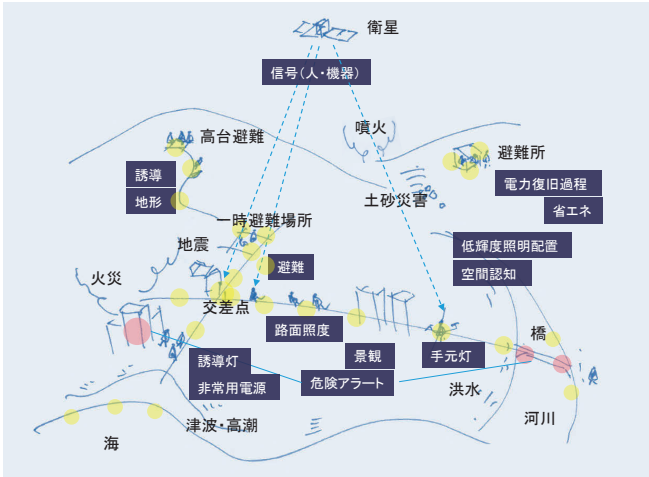


図1 委員会で議論した内容

3. 報告書の構成

報告書は8章で構成されている。その概要を紹介する。

1章 委員会活動概要

委員会の活動背景と趣旨、構成委員、報告書の構成と活動内容について説明している。

2章 都市空間の認知と避難行動

災害から安全な場所へ逃れることが避難であり、まずどのような避難があるのかを図解している。避難を効果的に行うためには、地域の災害リスクや人間の行動特性を知っておく必要があり、避難行動の理論として、知識と行動の不一致や正常性バイアスについて触れている。避難経路の選択傾向として向光性を挙げ、人々を安全な場所に誘導するために照明や明るさが果たす役割が大きいことを述べている。一方で、空間認知と避難行動との関係について、沿岸部の居住者が身近な環境をどのように認知しているのか、それが津波リスク認知や避難行動にどう影響するのかを調査した事例を取り上げている。千葉県御宿町を対象として、空間認知が向上すれば避難を促進できる可能性があることを示している。逆に、海岸線と幹線道路の位置関係の認識のずれや川の形状や位置の不明瞭な認知などの空間認知の歪みが、避難時に危険な行動を引き起こす一因となることを示している。最後にこれらの知見を元にした照明計画の考え方を示唆している。すなわち土地

の海拔や高台の方向など、地形を認識しやすい環境デザインとして、単に足元を照らすだけではなく街全体で捉えて、日常から空間認知を助ける仕掛けをすることなどである。その例として、海拔表示板の照明版（標高に応じて色を変えるなど）、海や川が近いことを実感しにくい地域ではその距離を表示する、川を渡る箇所をライトアップするなどの方策を提示している。

3章 災害復旧過程の照明環境の現状と課題

この章では、災害発生に伴う、電力や上下水道、ガスなどの各種ライフラインの途絶について取り上げている。ライフライン途絶の期間や影響の及ぶ範囲は、災害の種別や規模や地域の特性により様々である。ここでは過去に発生した自然災害におけるライフラインの復旧状況のうち、電力供給状況の時系列での変化を中心に、被害の様相の違いについて解説している。2011年の東日本大震災における電力復旧状況の変化、2016年の熊本地震における停電発生状況の時系列での変化、さらに2018年および2019年の台風による停電発生状況の時系列での変化をデータに基づいて図解している。次に、東日本大震災を対象として、災害復旧過程における照明および各種設備機能の代替事例を示している。こうした災害発生に伴う電力や他のインフラの途絶から復旧までの時系列での変化の様相を認識することは、レジリエントな照明計画手法を検討するうえでも重要なこととなる。

4章 災害に対応した屋外照明の基準・技術・課題

本章では、屋外照明の基準・規格・自主評定として、避難経路の床面照度、避難報告への誘導照明、避難場所の照明について示している。屋外照明の照度基準としてJIS基準があるものの、災害時のための非常時用照明および防災照明は除外されている。また照明学会の「歩行者の安全・安心のための屋外照明基準」(2014)¹⁾では災害発生時は屋外照明による水平面照度は通常時の1/10以上を確保する必要があること、日本防犯設備協会の「防犯照明委員会活動報告書」(2016)²⁾では生活街路において最小水平面照度が0.1 lxがあれば避難できるという知見を出している。しかし現在のところ屋外の非常用照明に関する明確な基準は設定されていない。またこうした規定制定時の議論と課題についても触れており、屋外避難における必要路面照度を再検討する必要があることを示している。最後に、防災照明の発展に関連する新技術として、蓄電池搭載や無停電電源装置(UPS)の活用、交通照明への対応について紹介している。

5章 屋外避難経路の照明要件の検討

はじめに災害時における避難経路の照明要件について示し、津波避難を想定した屋外避難経路の照明整備の必要性についてまとめている。次に、避難経路の視認性確保のための路面照度設定値の検討事例として、観光地域でもある山口県長門湯本温泉地区を取り上げている。時間帯に応じて街全体を自動調光制御するスマートシステムを導入しており、異なる照明条件において、起伏のある歩行経路に沿って、輝度分布・鉛直面照度・色温度・平均演色評価数Ra・分光分布、および床面照度の調査を行った。調査の結果から、必要路面照度を吟味し、高い床面照度レベルは魅力的な夜間景観の創出と相反する部分もあることから、照度の基準値の妥当性を検証する必要があるとしている。さらに指定避難所への誘導として、南あわじ市福良地区での実験を取り上げ、屋外避難誘導灯の有効性を検討した結果を示している。実験の結果から、誘導灯の仕様の改良（気付かせるためのフラッシュ光束・表示面輝度・表示面積の増加）や設置位置の変更（避難歩行視線高さ1.5 mや路面）に加え、防災設備としての津波避難誘導灯の啓蒙活動が必要であることを示している。最後に、災害時の照明の景観への配慮の重要性について触れている。

6章 空間認知を考慮した低輝度避難照明計画

避難経路における照明計画は、路面の視認性、段差や危険物や障害物などの視認性、避難場所に向かう標識などの視認性を高めることが重要である。しかし、個別の敷地や街路ごとに考えるだ

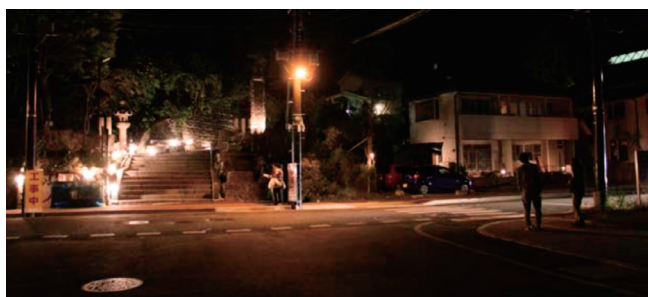


図2 避難経路と避難所入口と高台を可視化する岩手県釜石市での照明実験

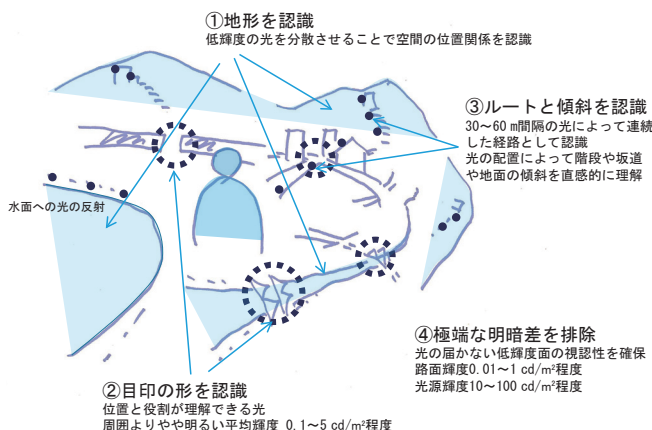


図3 広域避難時における空間認知を考慮した低輝度照明計画の考え方

けでは限界がある。避難経路の視認性だけに着目すると周辺との明暗対比が生まれ、周囲の状況が余計に理解しにくくなるためである。この章では、避難経路の照明を最小限に抑えながら、周囲との明暗対比を緩和し、ポイントとなる場所に光を配置する方法を取り上げている。岩手県釜石市（図2）、福島県いわき市、宮城県気仙沼市、静岡県東伊豆町熱川温泉のそれぞれにおいて実施した広域避難照明のための社会実験を元に、空間認知に基づく照明計画の考え方をまとめている。図3に示すように、川や海や崖など地形的に危険となる場所を考慮に入れ、長距離の避難においてどの方向を目指すべきかを広い範囲で把握し、そして効率的に避難を誘導するための最小限の光を配置し、極端な明暗差を排除するものである。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、地理的な方向が認識でき、夜間の非常時において咄嗟に避難行動に移ることができると提案している。

7章 災害時対応を考慮した平時の照明デザイン

ここでは4つの事例を取り上げている。熊本県人吉市の球磨川にかかる水の手橋において、本委員会の知見を活かした災害時を考慮した景観照明を実施した。水位センサと連動した変色可能なLED照明を設置し、基準水位に達した場合に照明の色が自動で変化することで住民へ危険を伝えるものである。豪雨災害時に豪雨の音により防災無線が聞こえづらかったといった課題を踏まえ、視覚的なアラートにより住民への危険認知に係る情報伝達手段の多重化を図っている。また、長崎県庁周辺の防災緑地は、大規模な災害が発生した場合に緊急物資の輸送に対応するための防災拠点漁港として活用される場所である。隣接する庁舎(行政棟・県警本部棟)屋上には緑地全体を照らすことに対応する投光照明を設置し、平時および災害時の照明も兼ねたLED光源と、災害時などのみに点灯させるHID光源の2つのタイプを活用している。さらに岩手県釜石市東部地区では、地域住民が認識する高台入口部の空間的特徴を可視化することで、避難誘導を促進する照明手法を検証した。そして高台へと空間が連続していることを示す階段、坂道の空間要素を光によって可視化した。さらにこうした手法を市内全域の避難所入口に展開していった。最後に、宮城県気仙沼市内湾地区において、広域にわたる避難を軸として、公園、

広場、道路、駐車場、防潮堤、民間施設などの照明計画に取り組んだ。照明性能設計の考え方に基づいて、土木と建築の避難照明を統合していった事例を示している。

8章 資料編

報告書の最後に、災害対応の照明器具や装置の事例をまとめている。はじめに日本照明工業会「地域防災のあかり」事業の取り組みとJIL5510 屋外用非常灯及びソーラーライト技術基準³⁾⁴⁾に適合する屋外用防災照明について示している。次に、国土交通省における新たな道路照明に関する技術公募、災害に対応した屋外照明に関わる技術提案について紹介している。さらに災害時対応街

路照明器具として、停電補償機能付LED照明灯、ソーラーライト付屋外用防災照明、スマート街路灯、映像装置を活用した避難誘導システムなどの器具を紹介している。最後に、街路灯による災害情報の伝達方法とスマートフォンによる避難誘導の事例と今後の可能性を示している。

参考文献

- 1) 照明学会技術規格: JIES-010 歩行者の安全・安心のための屋外照明基準 (2014).
- 2) 日本防犯設備協会: 防犯照明委員会活動報告書 (2016).
- 3) 日本照明工業会: 「地域防災のあかり」事業の事前検討WG活動報告書 (2018).
- 4) 日本照明工業会: JIL5510屋外用非常灯及びソーラーライト技術基準 (2020).