

照明学会屋外防災照明研究調査委員会報告書

平成 20 年 3 月

社団法人 照明学会
屋外防災照明研究調査委員会

屋外防災照明研究調査委員会報告書 目次

まえがき	1
1. 調査研究の概要	2
1.1 研究の背景と目的	2
1.2 委員会の構成	2
1.3 経過の概要	3
1.4 成果の概要	3
2. 地震規模と被害想定	5
2.1 日本で発生する地震	5
2.1.1 世界の地震分布	5
2.1.2 日本の地震分布	6
2.1.3 日本の活断層分布	6
2.1.4 我が国の主な地震被害	7
2.1.5 今後発生が予想される大規模地震	8
2.2 大規模地震の地震規模	10
2.2.1 東海地震	10
2.2.2 東南海・南海地震	11
2.2.3 首都直下地震	13
2.3 大規模地震の被害想定	21
2.3.1 東海地震	21
2.3.2 東南海・南海地震	23
2.3.3 首都直下地震	25
2.3.4 東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震の経済被害の比較	29
2.4 地震発生時の広域停電	29
3. 地方自治体の地震災害時の停電対策の実態	31
3.1 アンケート調査の概要	31
3.1.1 屋外防災照明設備とは	31
3.1.2 調査対象自治体	32
3.2 アンケート調査結果	33
3.2.1 アンケート調査表の回収状況	33
3.2.2 自主防災組織について	33
3.2.3 地域防災計画における広域停電発生の予測について	35
3.2.4 夜間避難訓練の実施について	37
3.2.5 停電対応街路灯の設置について	38
3.2.6 避難場所における停電対応照明設備の設置について	38
3.2.7 屋外の避難誘導標識の設置について	39
3.2.8 屋外の避難誘導灯の設置について	40
3.2.9 避難経路、避難場所を示した案内図の設置について	40
3.2.10 災害時の照明の確保に関する地方自治体の要望について	41

3.2.11 予算、防災部門を担当している職員数について	41
3.3 まとめ	41
4. 住民避難に対する夜間対策の現状	42
4.1 防災対策推進地域にある地方自治体の整備状況	42
4.1.1 はじめに	42
4.1.2 住民避難に置ける夜間対策の項目	42
4.1.3 高知の事例	43
4.1.4 徳島の事例	44
4.1.5 和歌山の事例	46
4.1.6 静岡の事例	48
4.2 防災公園の例	51
4.2.1 公園入り口表示灯	51
4.2.2 案内板照明灯	52
4.2.3 補助誘導灯	53
4.2.4 全体配置図	54
4.3 夜間対策における問題点	55
5. 屋外防災照明設備の諸条件の検討	56
5.1 明るさの確保と誘導性	56
5.2 照明環境の変化に伴う歩行速度と心理状態の予測に関する検討	58
5.2.1 はじめに	58
5.2.2 実験概要	58
5.2.4 定常順応状態での歩行速度の予測	59
5.2.5 非定常順応状態での歩行速度の予測	59
5.2.6 視認性に基づく歩行速度に対応した心理状態の予測	60
5.2.7 視認性に基づく避難者行動の予測モデル	62
5.2.8 おわりに	62
5.3 夜間無灯火での屋外歩行の手がかり照明に関する検討	63
5.3.1 はじめに	63
5.3.2 実験概要	63
5.3.3 被験者の属性と評価の関係	64
5.3.4 LED 灯の光度と歩行速度・評価の関係	65
5.3.5 LED 灯の発光面積と歩行速度・評価の関係	66
5.3.6 LED 灯発光部形状および点滅の影響	67
5.3.7 おわりに	68
5.4 夜間無灯火の屋外歩行による試作屋外誘導標識・誘導灯の評価	69
5.4.1 実験概要	69
5.4.2 被験者の属性	72
5.4.3 歩行速度と設置間隔の関係	74
5.4.4 残光輝度の低下と対比	75
5.4.5 設置間隔と歩行・誘導性主観評価	75

6. まとめ	77
6.1 まとめ	77
6.2 今後の課題と提言	79

付 録	- 1 -
委員会議事録	- 2 -
アンケート調査表	- 13 -
アンケート送付先地方自治体リスト	- 19 -
現地調査写真	- 20 -

まえがき

現行の防災照明設備は、大震災などにより発生する広域停電下での緊急避難や救助活動に必要な屋外の明かりの確保については想定していない。阪神・淡路大震災では、260 万件におよぶ広域停電が発生したが、夜明け近くの発生時間などによって暗闇における避難パニックは発生しなかった。

筆者らは、阪神・淡路大震災における照明設備被害などに関する調査研究から、迅速な避難と避難路・場所の安全確保のため屋外防災照明設備の早急な整備を提案してきた。

東海地震、東南海、南海地震などの巨大地震の発生は確実視され、人口が密集した首都圏における直下型大地震の発生も強く懸念されている。しかしながら、防災対策の中で、屋外防災照明設備に対する法的根拠がないことから、地方自治体などによる災害に備えた屋外照明の整備はあまり進んでいない。

そこで、照明学会では、巨大地震など大規模災害時における緊急避難行動及び救助活動を担保する屋外防災照明設備の諸要件の検討を行い、同照明設備の法制化に向けた提言を行う目的で平成 17 年 4 月に屋外防災照明研究調査委員会を設立した。

委員会では、地方自治体の屋外避難に関連した防災対策の現状についての調査研究や、屋外の避難誘導標識、案内表示システムの検討を行い、報告書を取りまとめた。屋外防災照明の現状と課題について報告し、法的整備に向けた議論の契機としたい。

アンケート調査や現地調査に際して、地方自治体の防災担当関係者の皆様には多大なご協力と忌憚のないご意見をいただきました。また、委員の皆様には多忙な職務のなか、現地調査やデータの吟味、報告書の作成等に多くの時間を割いてご尽力いただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

平成 20 年 3 月

屋外防災照明研究調査委員会
委員長 土 井 正

1. 調査研究の概要

1.1 研究の背景と目的

政府の地震調査委員会は、今後 30 年以内の海溝型巨大地震の発生確率を公表している。これによると、最も発生確率の高い宮城県沖地震（M7.5 前後）は 99%となっている。南海地震（M8.4 前後、40%）と東南海地震（M8.1、50%）は同時に発生した場合（M8.5）、最悪 2 万人超の死者が出るとされるため、2003 年 7 月 25 日、東南海・南海地震防災対策推進特別措置法（東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法、以下、東南海・南海地震特措法）が施行され対策が本格的に進められることになった。一方、同じ海溝型巨大地震である東海地震（被害想定、死者 1 万人）は既にいつ発生してもおかしくない状況にあり、中央防災会議は東海地震対策大綱を決定して建築物の耐震化促進などの対策を進めている。

また、首都圏では元禄地震（M8.2、1703 年）関東大震災（M7.9、1923 年）に代表される相模トラフを震源とする海溝型地震があるが、次の発生までには時間があるとみられている。しかしながら、相模トラフを震源とする地震の発生前には M7.0 前後の南関東直下型地震（1615 年慶長江戸地震、1649 年慶安江戸地震、1855 年安政江戸地震、1894 年明治東京地震など）が発生する傾向がある。そのため、中央防災会議は 2003 年 5 月南関東地域直下の地震対策に関する大綱を決定し、関東 6 都県において M7.2 の直下型地震による被害想定を行い、阪神・淡路大震災（M7.3、1995 年）と同様の大きな被害の発生が懸念されている。いずれも、地震発生時刻が冬の平日午後 6 時の場合に火災発生確率が高くなることから、最大の人的被害発生を想定している。東南海・南海地震特措法は木造建物の耐震化により、建物倒壊による死者の発生が 1/5 に減少すると推定している。また、住民の避難意識の高低により、津波による死者数に 2 倍程度の差が出るのが想定されており、的確な避難のための避難意識の啓発と避難計画の作成を急務としている¹⁾。しかるに、大震災時の広域停電の発生とその人的被害に及ぼす影響についてほとんど検討されていない。

一方、阪神・淡路大震災における照明設備被害などに関する調査研究から、迅速な避難と避難路・場所の安全確保のため屋外防災照明設備の早急な整備が提案されてきた^{2)、3)}。

しかしながら、防災対策の中で、屋外防災照明設備に対する法的根拠がないことから、地方自治体などによる災害に備えた屋外照明の整備はあまり進んでいない。

そのため、照明学会では、巨大地震など大規模災害時における緊急避難行動及び救助活動を担保する屋外防災照明設備の諸要件の検討を行い、同照明設備の法制化に向けた提言を行う目的で 2005 年 4 月に屋外防災照明研究調査委員会を設立した。委員会では、地方自治体の屋外避難に関連した防災対策の現状についての調査研究や、屋外の避難誘導標識、案内表示システムの検討を行い、報告書を取りまとめた。

1.2 委員会の構成

委員会構成は以下に示すとおりである。

委員長	土井 正	大阪市立大学大学院生活科学研究科居住環境学専攻
幹事	塚田 敏美	岩崎電気株式会社営業技術部 CS センター
幹事	松本 泰行	小糸工業株式会社 研究部
委員	秋月 有紀	富山大学人間発達科学部人間環境システム学科
	岩田 三千子	摂南大学工学部建築学科

奥田 紫乃	同志社女子大学生生活科学部人間生活学科
唐澤 宜典	パナソニック電工株式会社中央照明エンジニアリング総合部 (平成18年4月から)
酒井 英樹	大阪市立大学大学院生活科学研究科居住環境学専攻 (平成18年4月から)
松井 俊成	パナソニック電工株式会社中央照明エンジニアリング総合部 (平成18年3月まで)
森下 昌治	宮地電機株式会社 施設デザイン営業部 (各委員の所属は終了時点)

1.3 経過の概要

当初委員会の設置は平成17年度から2年間であったが、途中研究助成を受けて1年間の延長申請を行い、平成19年度末まで活動を行うことになった。

- 1) 非常照明設備、誘導灯等の現行法規で規定されている避難に必要な照度について、根拠となった既往研究の再評価を行い、屋外防災照明設備、屋外避難に求められる所要照度等との位置づけの検討を行った。
- 2) 屋外防災設備は法的根拠、ガイドラインは制定されていないが、地方自治体では防災対策として種々の照明設備、誘導設備を設置している。委員会ではその実態について、東海地震および東南海・南海地震による防災対策の強化推進が求められている地方自治体の防災対策と併せてアンケート調査を行った。
- 3) さらに、大津波が想定されている地域の自治体に対して、防災担当者へのヒアリングと現地調査を実施し、現状の課題と問題点の掌握に努めた。

委員会は延べ16回開催し、研究成果を広く公開するため、平成20年3月27日、大阪市立大学文化交流センター大ホールにおいて、公開研究会を日本建築学会明視環境設計小委員会防災照明GW（主査：土井正）と共同開催した。

途中経過の詳細については、委員会議事録を巻末資料に添付しているので参照されたい。

なお委員会では、平成18年度照明学会研究助成「大地震等非常災害時の避難に必要な屋外防災照明設備の必要諸要件の検討」および平成18年度京都大学防災研究所一般共同研究の助成を受けた。

1.4 成果の概要

- 1) 阪神大震災以後の新潟県中越地震、能登半島地震、新潟県中越沖地震においても広域停電が発生した。また、中央防災会議から公表されている地震被害想定の見直しを行った結果、東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震の被害想定においても停電の発生とその影響人口が推定されているが、停電によって人的被害などにどのような影響が生じるかについては言及されていないことがわかった。
- 2) 東海地震防災対策強化地域および東南海・南海地震防災対策推進地域における地方自治体に対するアンケート調査を行った。その結果、災害時の照明の確保に関して、地方自

自治体として対策の必要性は理解しているが、法制化されていないために予算措置が困難、また、それらの照明設備に関する情報がない、同一県内の自治体であっても誘導灯の形式や誘導標識の表記内容、設置方法・場所などの調整がされていないことなど、整備の裏付となる夜間避難時の明かりの確保に関する設置のガイドラインや法的根拠が存在しないことの影響が明らかになった。また、防災関係予算や担当職員数は自治体によって相当な差があり、防災対策の地域格差が大きくなっていることがわかった。

- 3) 大津波による緊急避難の必要性が高い高知県、徳島県、和歌山県および静岡県下の自治体の防災担当者へのヒアリング調査を実施した。その結果、どの地方自治体もソフト・ハードの両方若しくは片方について災害時の住民避難における夜間対策に独自の工夫を凝らしているが、以下のような問題点や課題も多く存在することがわかった。

屋外防災照明は防災対策として必須の整備項目ではないため予算が限られてしまい、一方でバッテリー交換など維持管理が困難であるので、自治体間での整備状況は大きく異なっている。災害時の夜間対策を充実させるためには、想定される災害の被害や危険度に応じた整備モデルや、現状を把握するためのチェックリストを作成するなど、照明学会として早急に取り組むべき課題が多いことがわかった。

- ①行政担当者は夜間避難時の誘導灯・標識の効果をあまり期待していない。
- ②誘導灯や標識の設置基準や法的規制が無いので、予算が獲得しにくく、整備が後回しにされやすい。
- ③道路標識は設置高さ 2.5m 又は 5m であるので、避難者を対象とした誘導標識の設置場所になりにくい。
- ④国道へ避難用照明を設置するには、管轄が異なるため容易ではなく、またドライバーの安全面の確認がまず要求される。
- ⑤電柱への誘導灯の取付位置は道交法の関係で路面から 2m 以上となっており、光量が少ない器具の場合は目立ちにくく効果が期待できない。
- ⑥ソーラー式照明灯はバッテリーの寿命（5 年程度）が短く、維持管理が困難である。
- ⑦夜間の避難訓練は災害時の完全に停電した状態を設定しにくく、訓練時の安全確保も困難である。

- 4) 現在、非常照明の床面所要照度 1 lx は歩行空間の床面照度と歩行速度の既往研究に基づいて決められている。しかし、避難者の年齢などの属性が変わると同じ照明下であっても歩行速度が変化することが予想される。そこで、種々の照明環境下で歩行速度の検討を行った。その結果、視認性に基づく歩行速度とその心理状態を予測しうる関係が見出された。さらに、夜間無灯火での屋外歩行を支援するための LED や蓄光材を使用した誘導システムを試作し、評価実験を行った。その結果、屋外誘導システムは使用光源の性能、設置方法、設置間隔等の諸特性について今後の詳細な検討が必要であるが、広域停電下の屋外避難時を有効に支援できる可能性が見出された。

参考文献

- 1) 中央防災会議：東南海・南海地震に関する専門調査会（第 14 回）（2003）
- 2) 照明学会関西支部：大規模災害と照明（1997）
- 3) 土井正：照明設備と阪神・淡路大震災，照学誌 80(4), pp. 261-264(1996)

2. 地震規模と被害想定

2.1 日本で発生する地震

2.1.1 世界の地震分布¹⁾

地震は世界のどの地域でも発生するわけではなく、プレートが衝突し沈み込みをおこす地域に集中して発生している。わが国は環太平洋地震帯に位置し、地殻変動が激しく地震活動が活発である。

図 2.1.1に世界の地震分布とプレートを示す。

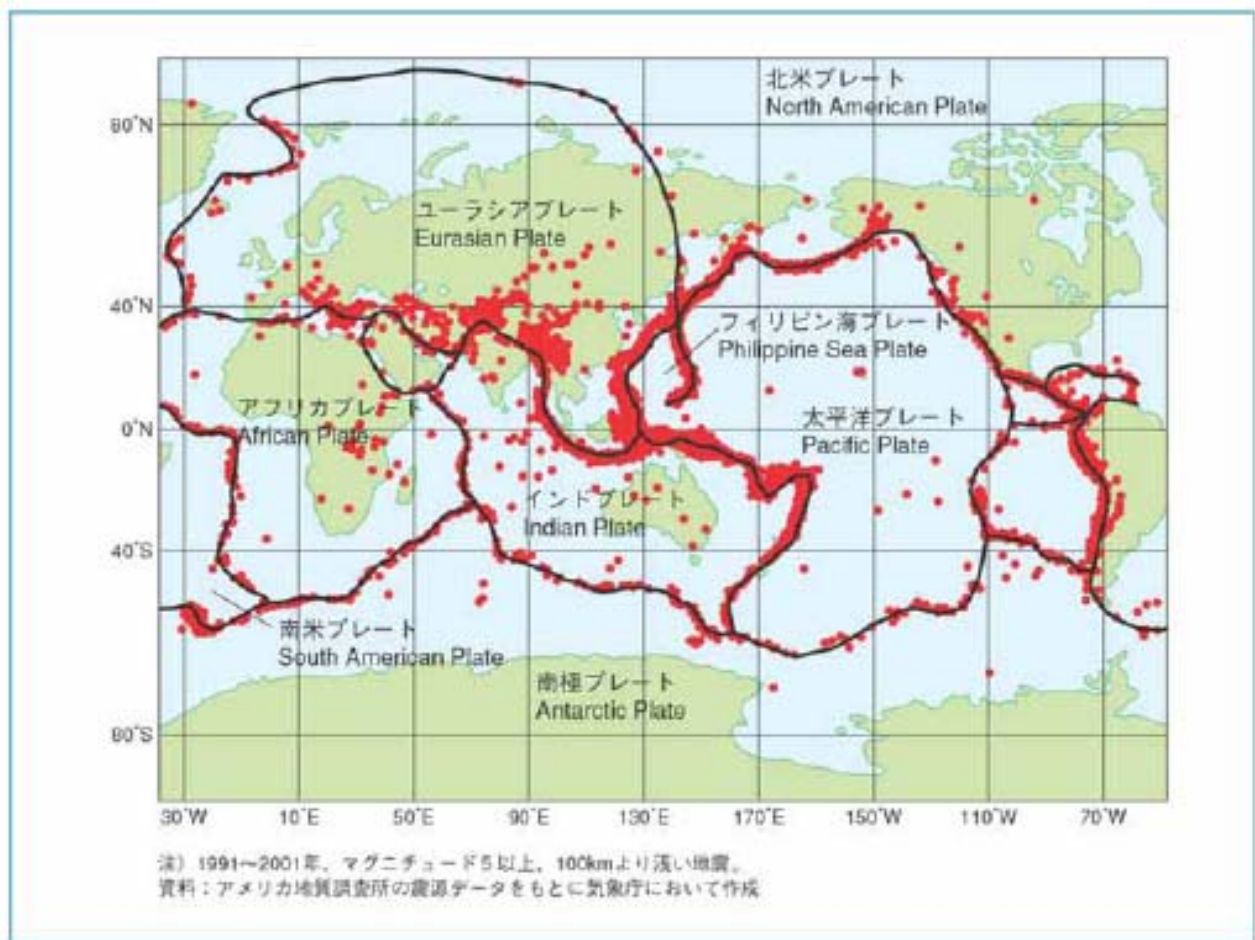


図 2.1.1 世界の地震分布とプレート

2.1.2 日本の地震分布¹⁾

1994～2003年に発生したマグニチュード6.0以上の地震回数は、世界で960回、そのうち日本で220回と世界の地震の約2割は日本周辺で発生している。

図 2.1.2に1994～2003年に日本周辺で発生したマグニチュード5.0以上の震源分布図を示す。

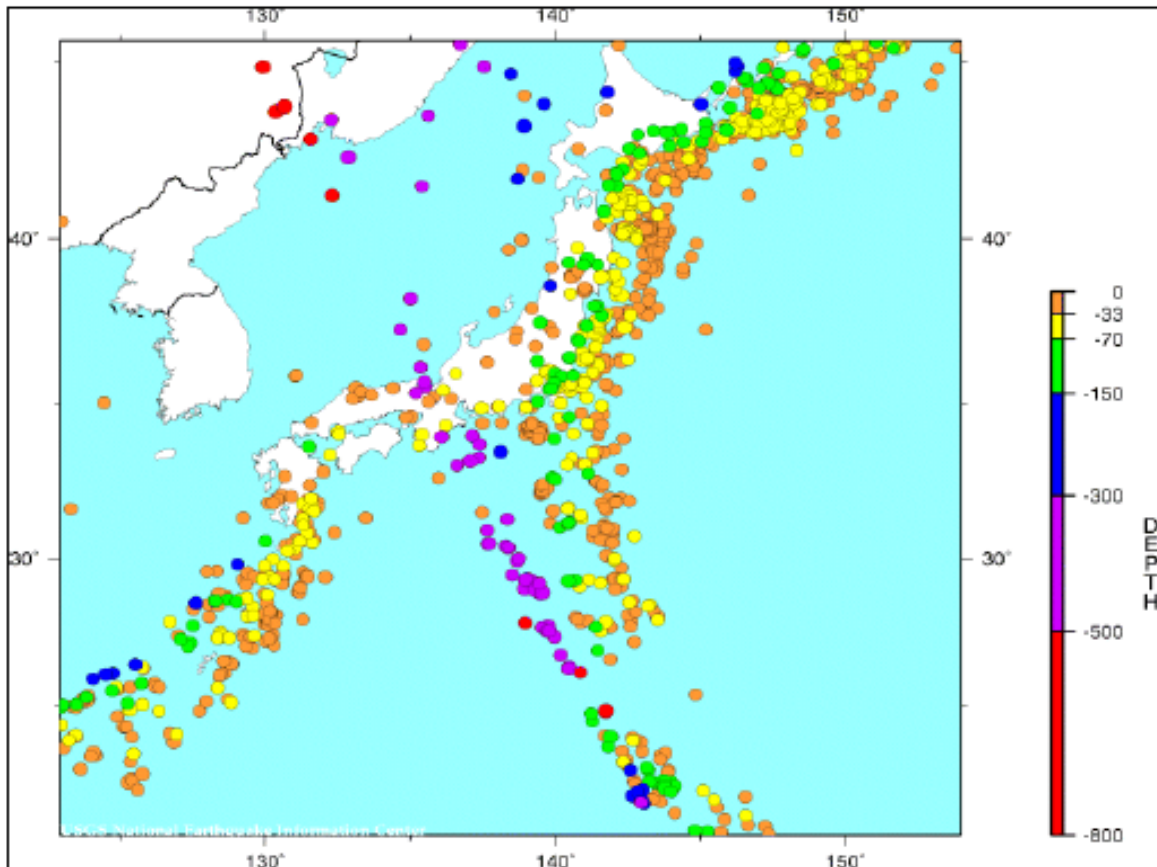


図 2.1.2 1994～2003年に日本周辺で発生したマグニチュード5.0以上の震源分布

2.1.3 日本の活断層分布¹⁾

内陸部の活断層が活動すると、震源が地表面に近いため、マグニチュードが小さくても甚大な被害になることがある。例えば、根尾谷断層の濃尾地震（明治24年[1891年]、M8.0、死者・行方不明者7,273名）や野島断層の兵庫県南部地震（平成7年[1995年]、M7.3、死者・行方不明者6,436名）がその例である。

図 2.1.3に日本の活断層分布を示す。



図 2.1.3 日本の活断層分布

2.1.4 我が国の主な地震被害¹⁾

我が国においては、木造建築物の多い密集市街地が広い範囲で存在し、地震によって大規模火災が発生したり、建物が倒壊することや、地震に伴う津波等により、多大な被害が発生してきた。1948年の福井地震までは、数年に1回の頻度で死者・行方不明者が1,000人を超える地震災害が発生している。また、それ以降では死者が1,000人を超える規模の地震災害は1995年阪神・淡路大震災のみであり、数年に1回の頻度で死者・行方不明者が20人を超える地震災害が発生している。

我が国の主な被害地震災害一覧(明治以降)を表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 我が国の主な被害地震災害一覧(明治以降)

名 称	発生年月日	マグニチュード*	被害状況	
			死者・行方不明	全壊・焼失・流出家屋
濃尾地震	1891. 10. 28	8.0	7,273	142,177
明治三陸地震津波	1896. 6. 15	8.5	約 22,000	11,723
関東大地震	1923. 9. 1	7.9	約 142,000	576,262
北丹後地震	1927. 3. 7	7.3	2,925	12,629
三陸地震津波	1933. 3. 3	8.1	3,064	6,067
鳥取地震	1943. 9. 10	7.2	1,083	7,736
東南海地震	1944. 12. 7	7.9	1,251	19,367
三河地震	1945. 1. 13	6.8	2,306	5,539
南海地震	1946. 12. 21	8.0	1,443	13,119
福井地震	1948. 6. 28	7.1	3,769	40,035
十勝沖地震	1952. 3. 4	8.2	33	921
チリ地震津波	1960. 5. 23	9.5	139	2,830
新潟地震	1964. 6. 16	7.5	26	2,250
1968年十勝沖地震	1968. 5. 16	7.9	52	691
伊豆半島沖地震	1974. 5. 9	6.9	30	139
伊豆大島近海地震	1978. 1. 14	7.0	25	96
宮城県沖地震	1978. 6. 12	7.4	28	1,183
日本海中部地震	1983. 5. 26	7.7	104	987
長野県西部地震	1984. 9. 14	6.8	29	24
北海道南西沖地震	1993. 7. 12	7.8	230	601
兵庫県南部地震	1995. 1. 17	7.3	6,436	111,054
新潟県中越地震	2004. 10. 23	6.8	46	2,827

※戦前については死者・行方不明者が1,000人を超える被害地震、戦後については死者・行方不明者が20人を超える被害地震を掲載

(「H15 防災白書」、「最新版日本被害地震総覧[416]-2001」(宇佐美、平成15年)等より作成)

2.1.5 今後発生が予想される大規模地震

今後発生が予想される大規模地震を図 2.1.4²⁾に示す。

この中でも東海地震は、東南海地震(1944)で歪みが解放されず、安政東海地震(1854)から150年間大地震が発生していないため、相当な歪みが蓄積されていることから、いつ大地震が発生してもおかしくないとみられている。東海地震は唯一直前予知(地震の起きはじめをとらえる)の可能性があるため、予知された場合には事前避難・交通規制等の対策を講じる。

東南海・南海地震は、おおむね100~150年の間隔で発生しており、今世紀前半での発生が懸念されており、関東から九州にかけての広域防災対策を早急に確立していく必要がある。

また首都直下地震は、南関東で数百年間隔で発生する関東大地震クラスの地震の間に、マグニチュード7クラスの直下型地震が数回発生する。大都市直下で発生した場合、多大な被害が生じる。

主な断層帯で発生する地震及び海溝型地震についての長期評価

(想定規模と今後30年以内に大地震が起こる確率)

海溝型地震

活断層で発生する地震

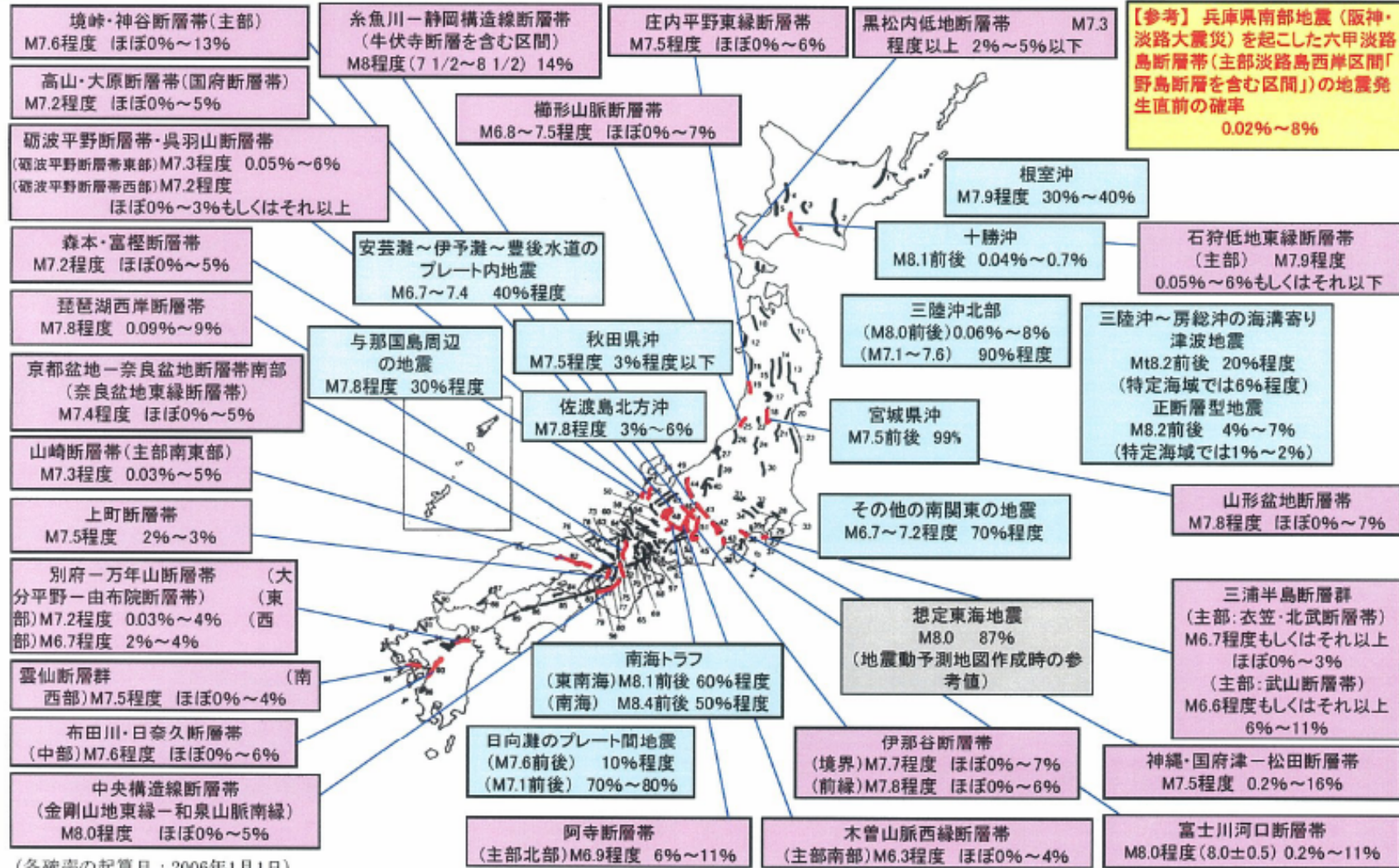


図2.1.4 想定規模と今後30年以内に大地震が起こる確率

2.2 大規模地震の地震規模

今後、発生が予想される大規模地震の東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震における震度分布、津波浪高分布、建物被害分布について紹介する。

2.2.1 東海地震³⁾

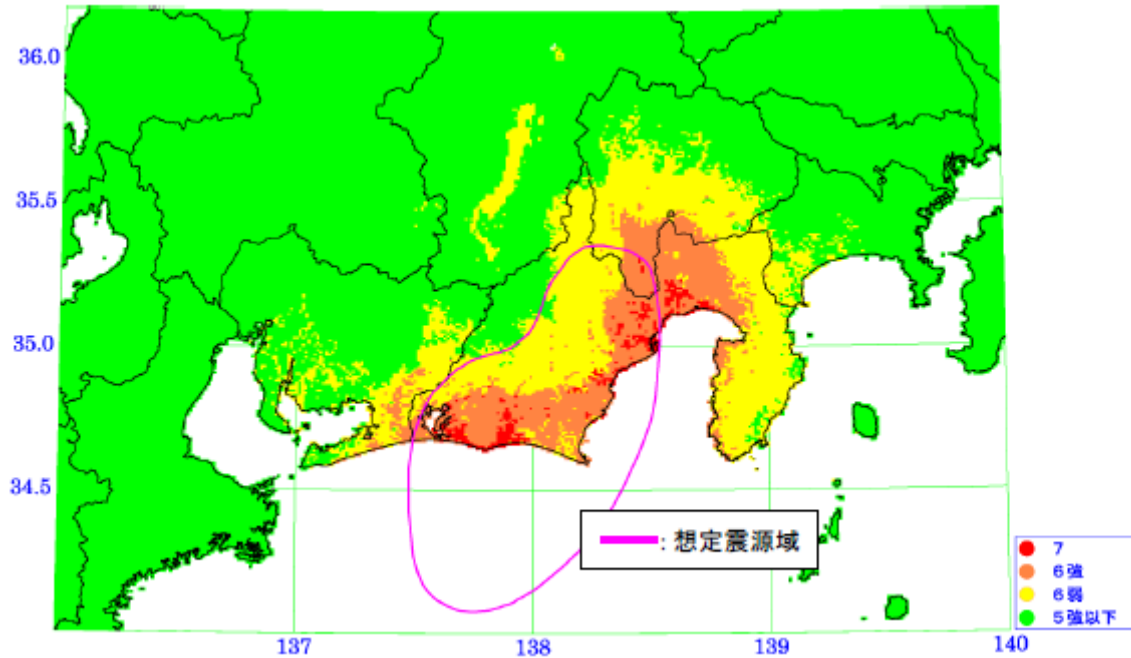


図 2.2.1-1 東海地震の想定震源域と震度分布

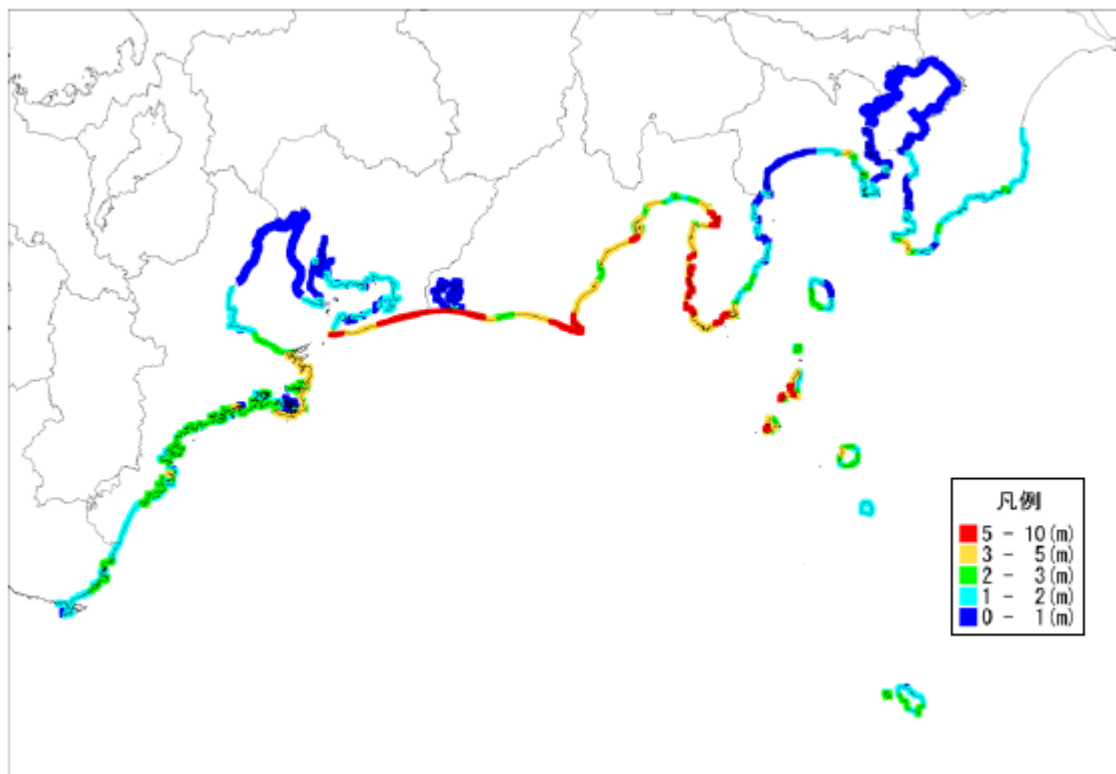


図 2.2.1-2 東海地震の津波浪高分布

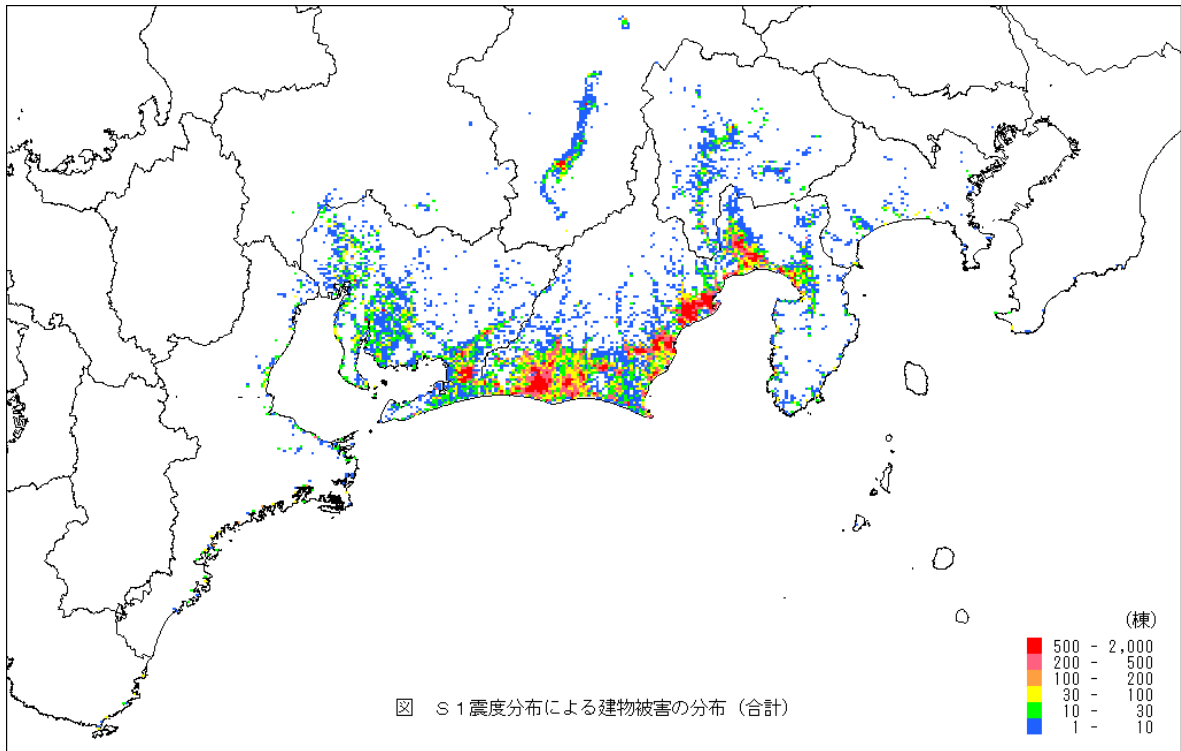


図 2.2.1-3 東海地震の建物被害の分布

2.2.2 東南海・南海地震⁴⁾

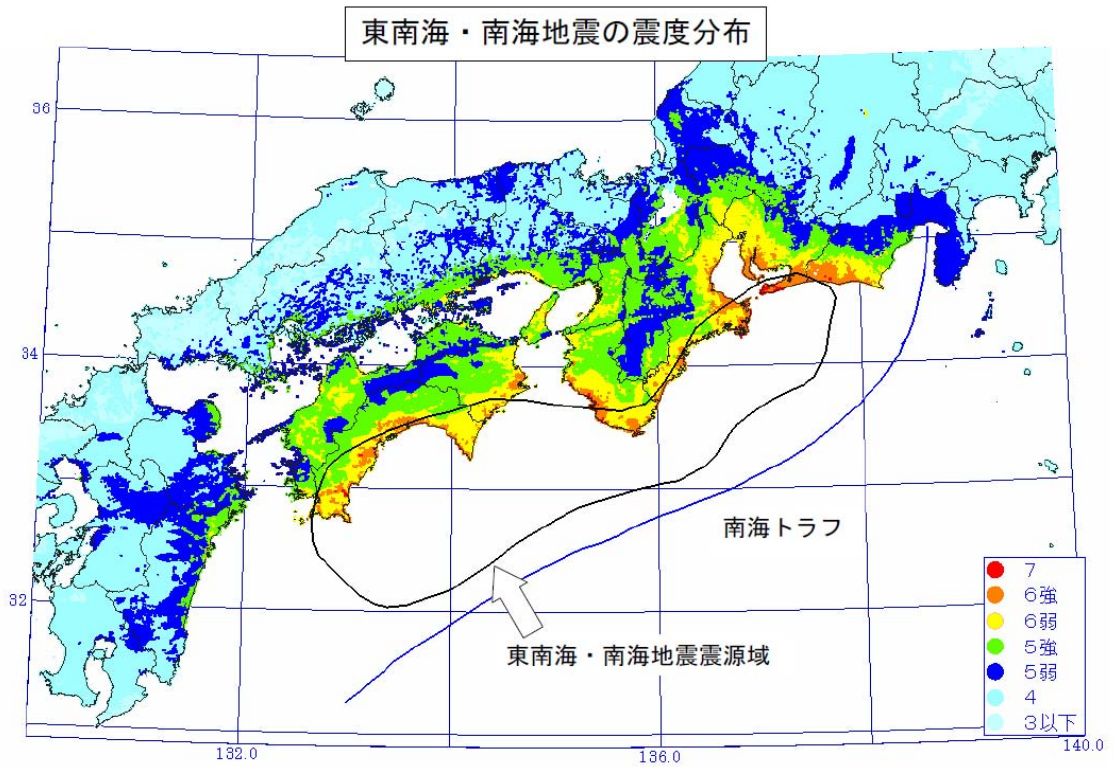


図 2.2.2-1 東南海・南海地震想定震源域と震度分布

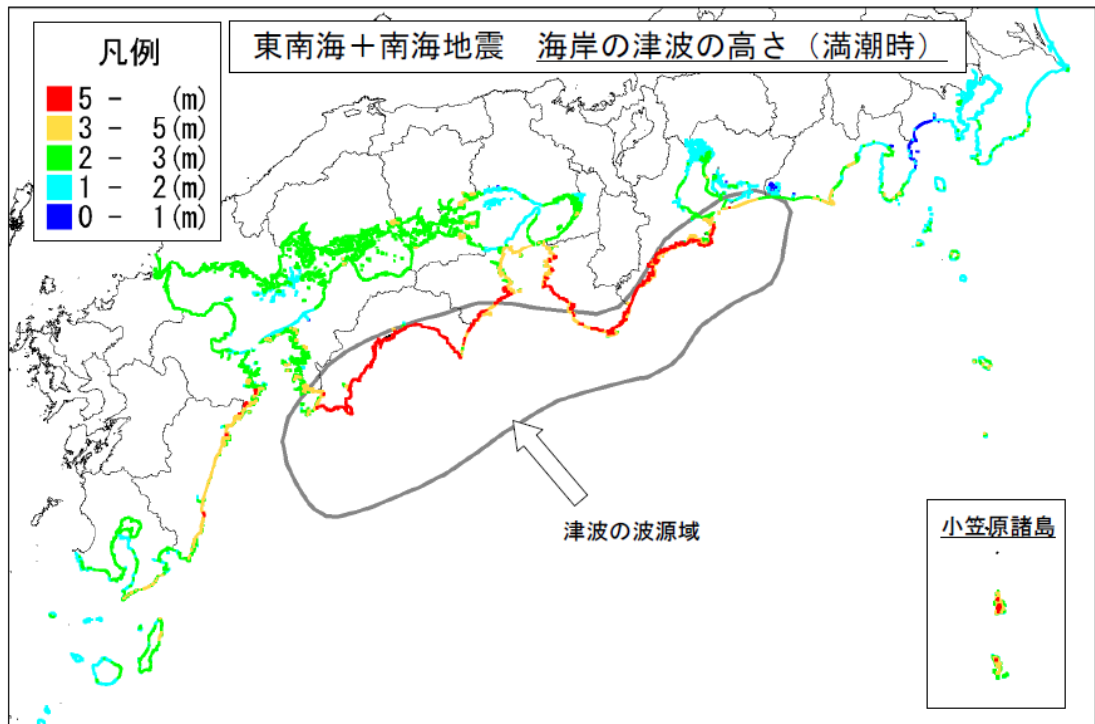


図 2.2.2-2 東南海・南海地震津波浪高分布

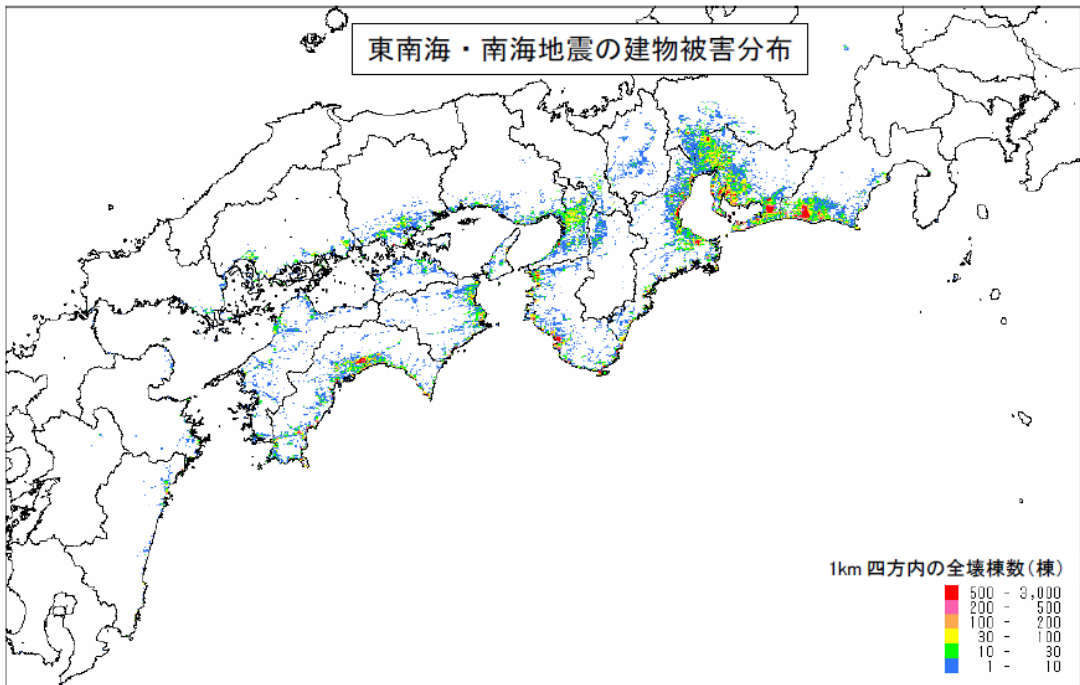
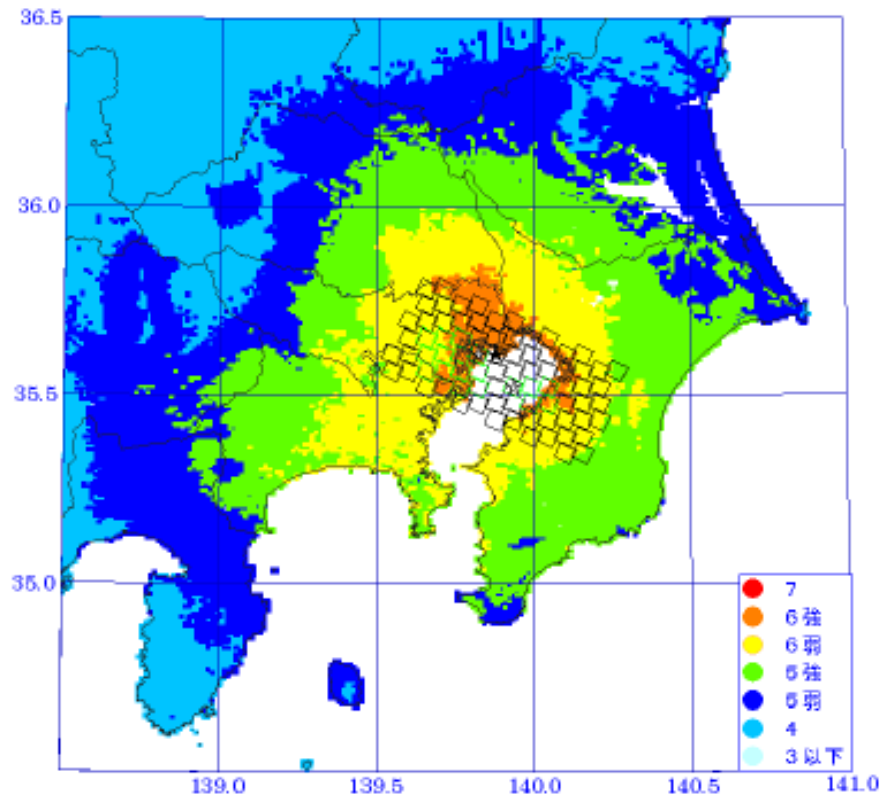


図 2.2.2-3 東南海・南海地震建物被害の分布

2.2.3 首都直下地震⁵⁾

プレート間地震(東京湾北部地震)、M7.3の震度分布



プレート間地震(東京湾北部地震)、M7.3の震度分布 (都心部)

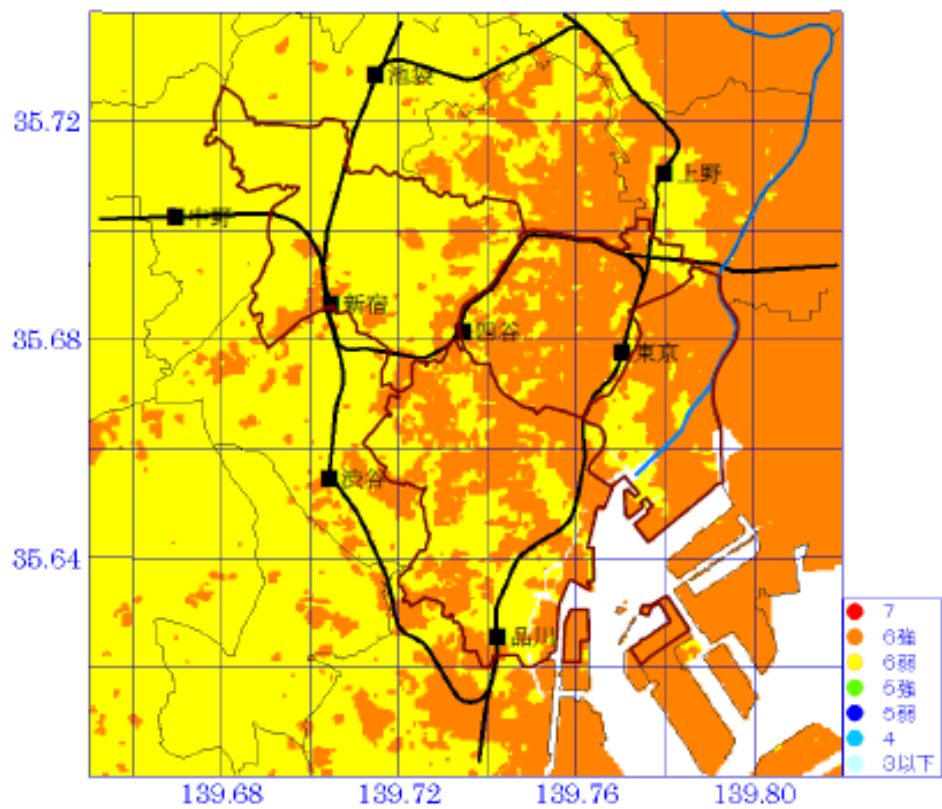
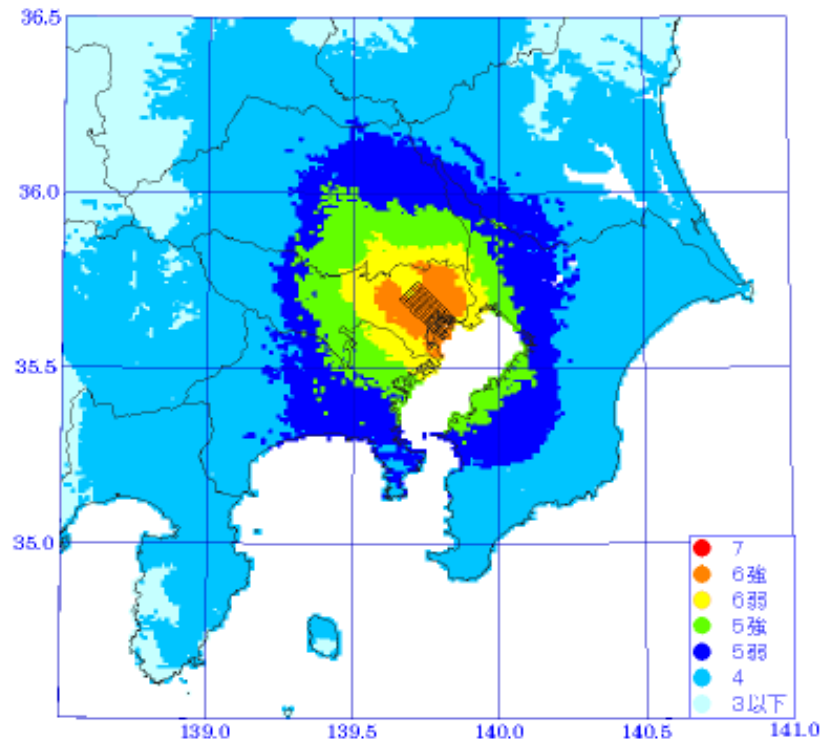


図 2.2.3-1 首都直下地震の震度分布 (その1)

都心東部直下地震、M6.9 の震度分布



都心西部直下地震、M6.9 の震度分布

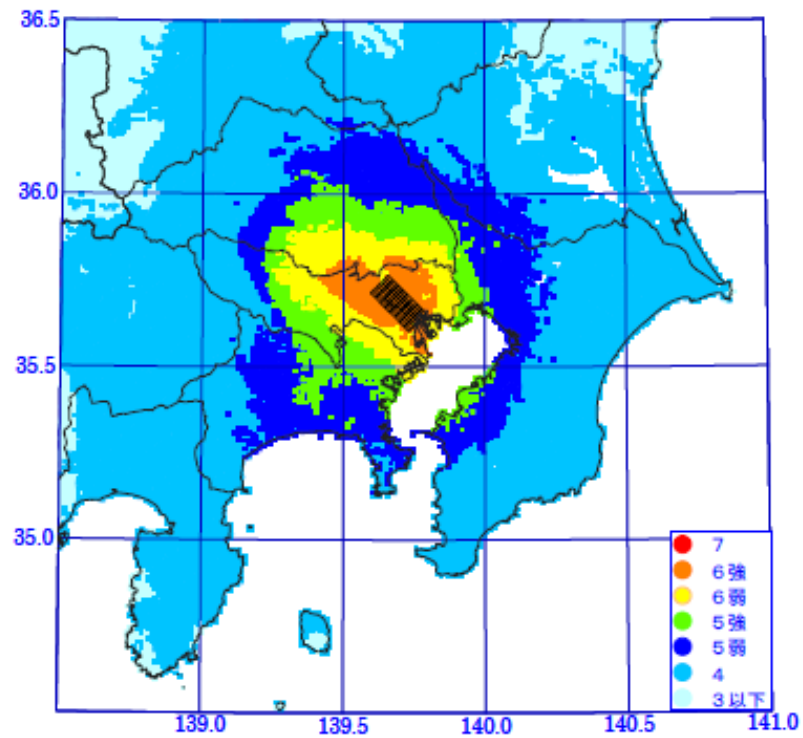
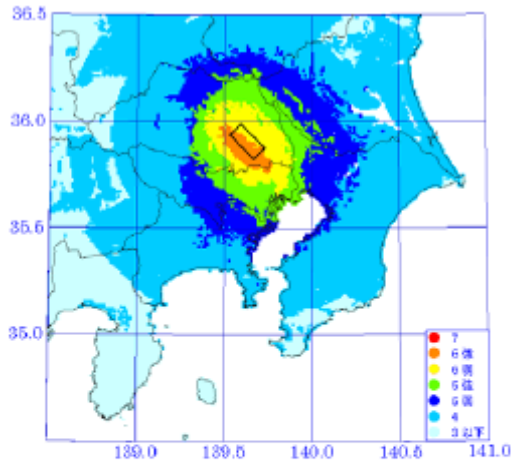
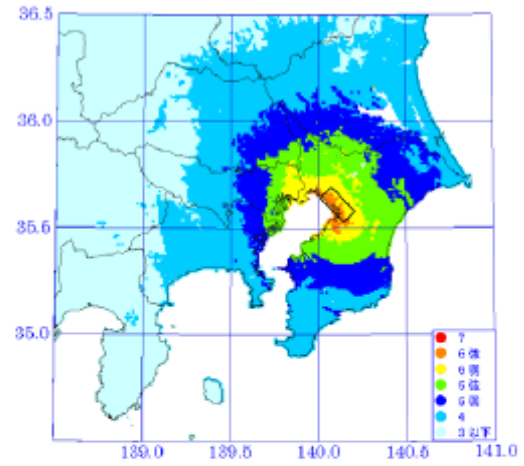


図 2. 2. 3-2 首都直下地震の震度分布 (その 2)

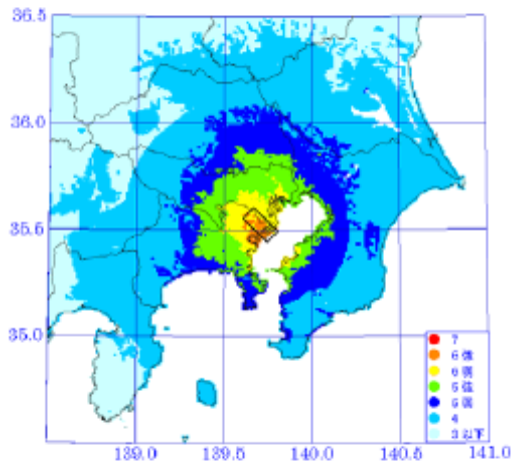
さいたま市直下地震、M6.9



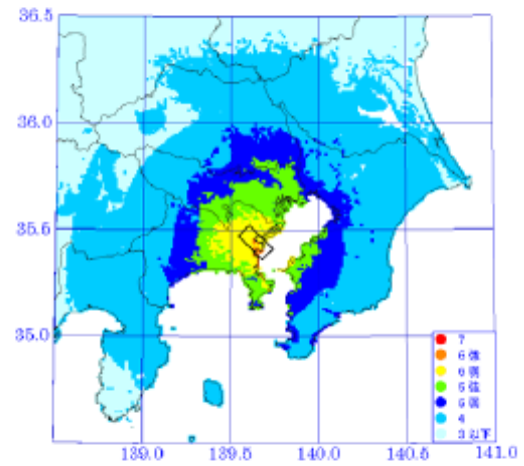
千葉市直下地震、M6.9



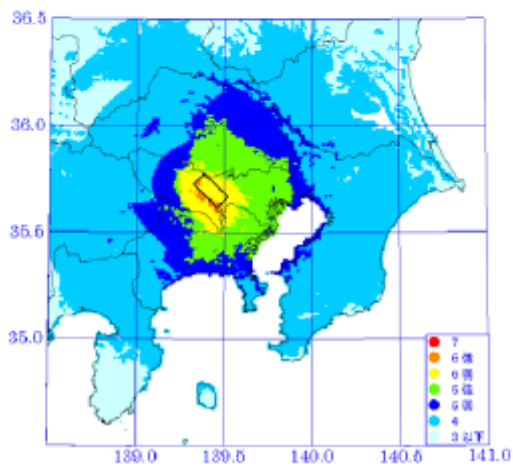
川崎市直下地震、M6.9



横浜市直下地震、M6.9



立川市直下地震、M6.9



羽田直下地震、M6.9

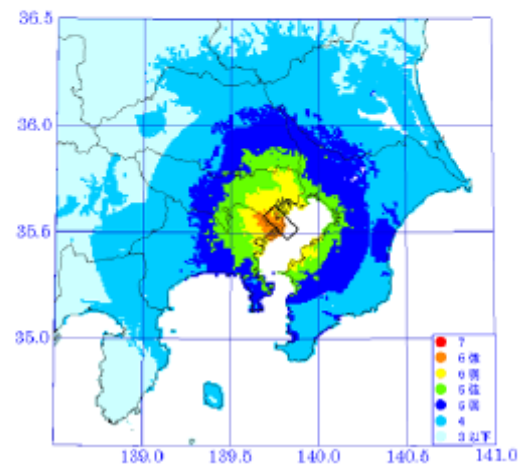
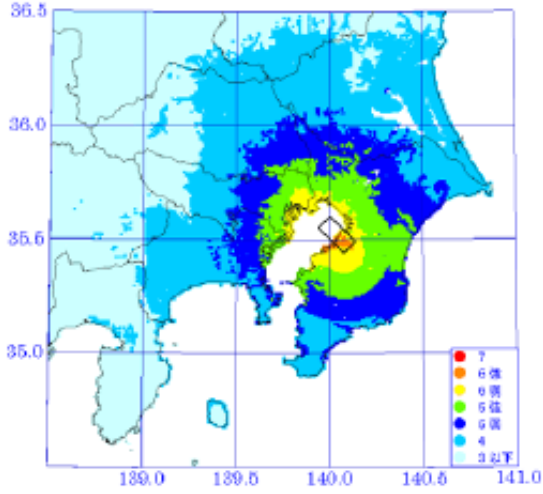
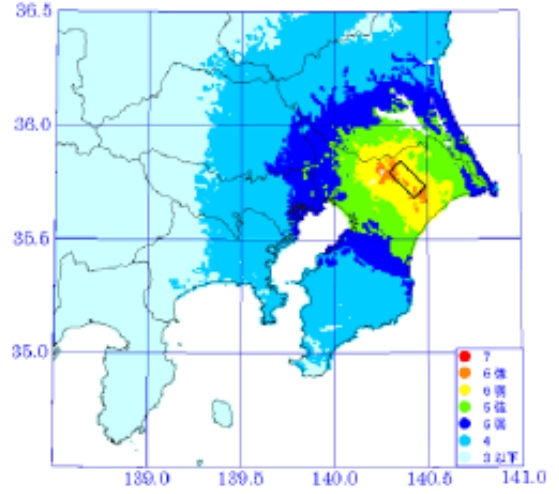


図 2.2.3-3 首都直下地震の震度分布 (その3)

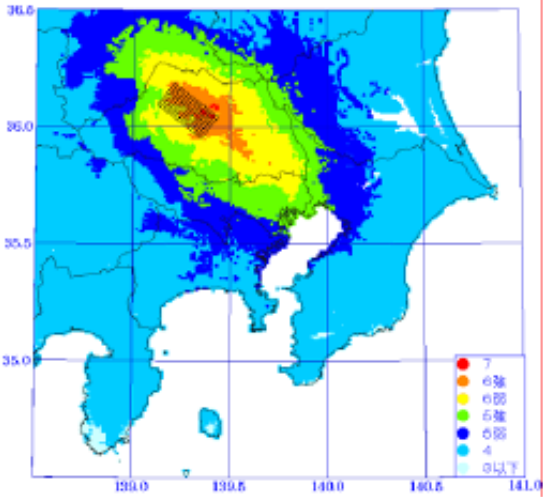
市原市直下地震、M6.9



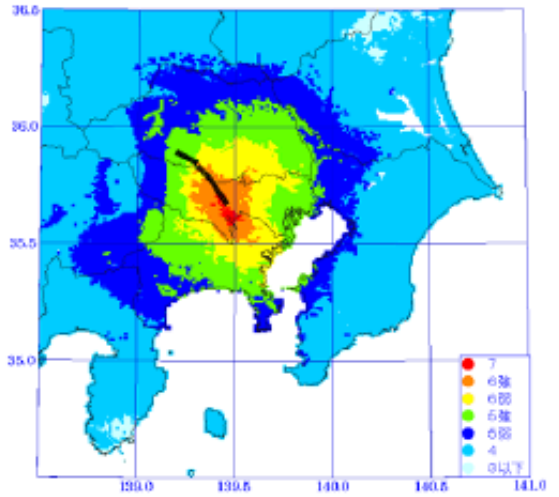
成田直下地震、M6.9



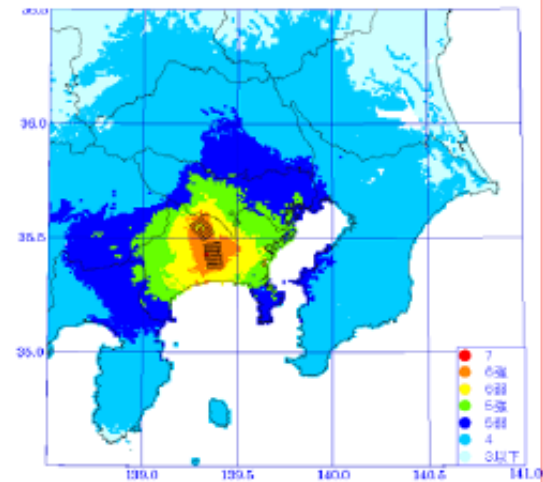
関東平野北西縁断層帯地震、M7.2



立川断層帯地震、M7.3



伊勢原断層帯地震、M7.0



神縄・国府津－松田断層帯地震、M7.5

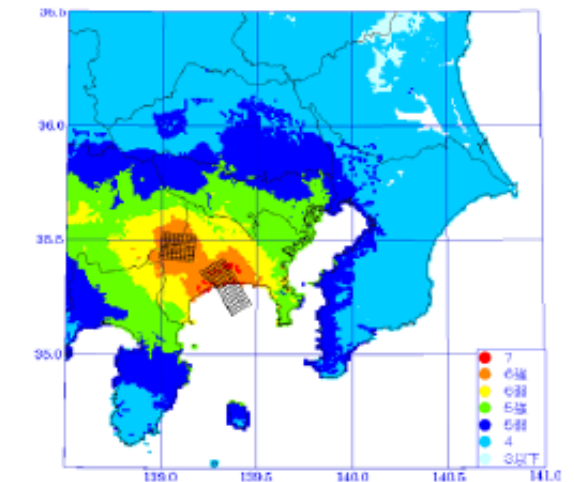
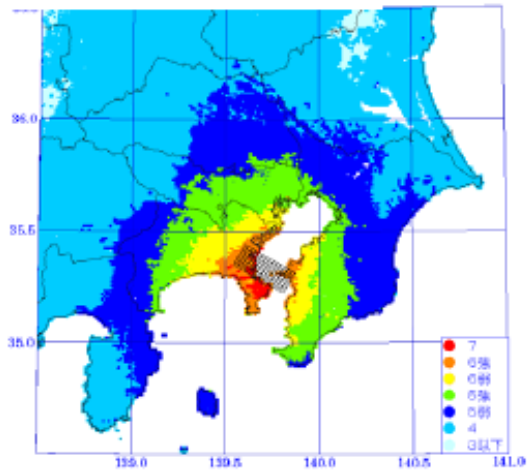
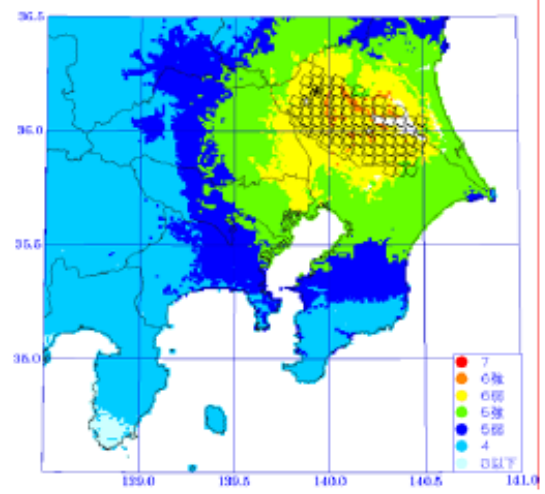


図 2. 2. 3-4 首都直下地震の震度分布 (その 4)

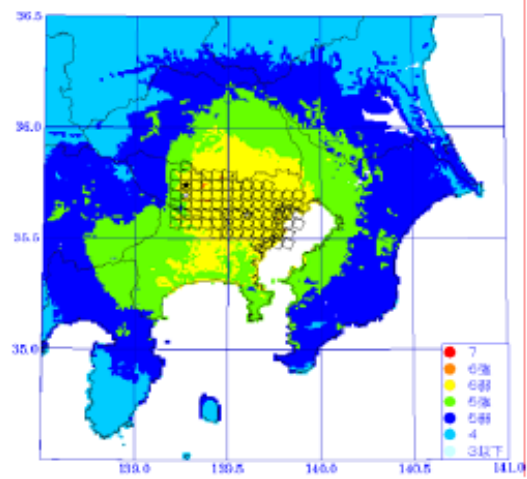
三浦断層群地震、M7.2



プレート境界茨城県南部地震、M7.3



プレート境界多摩地震、M7.3



(参考)東京湾北部地震、M7.3 [アスペリティ東7:西3]

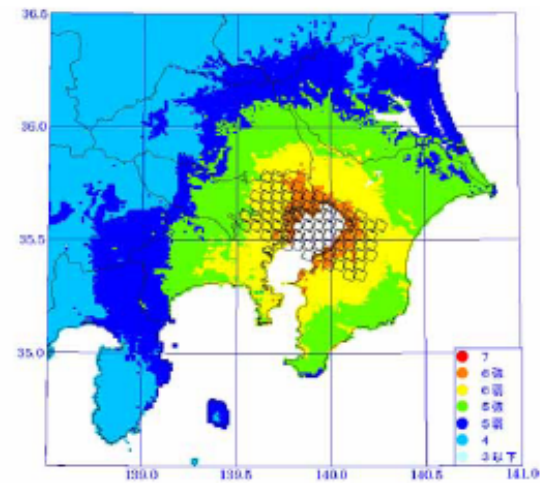


図 2. 2. 3-5 首都直下地震の震度分布 (その 5)

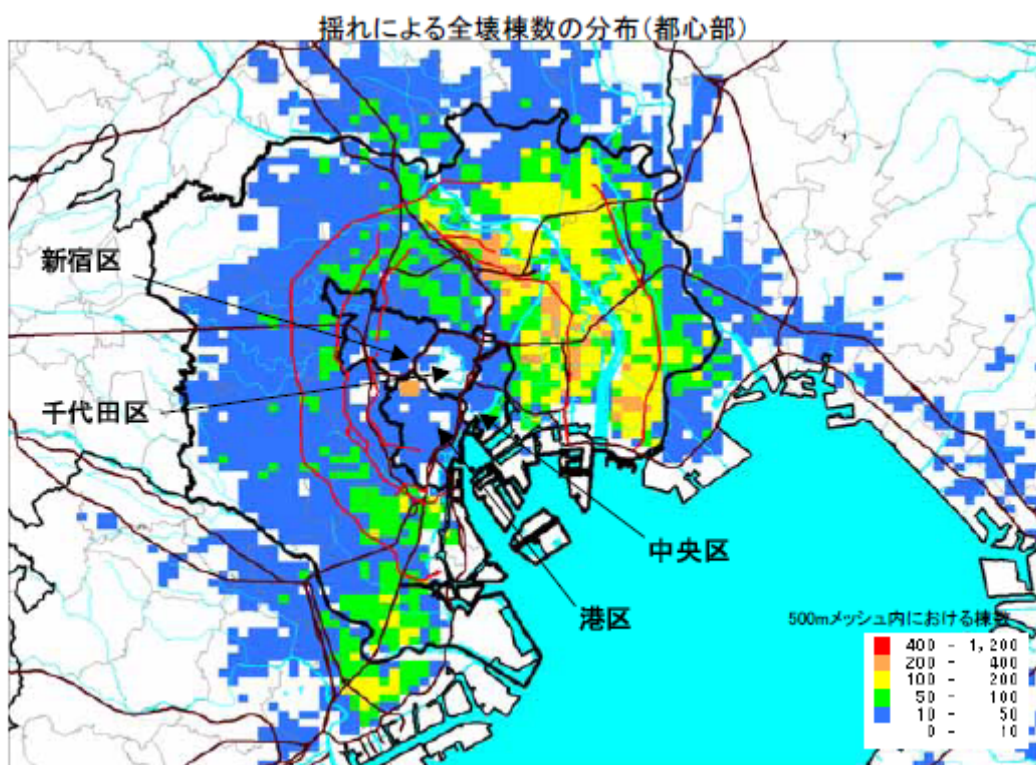
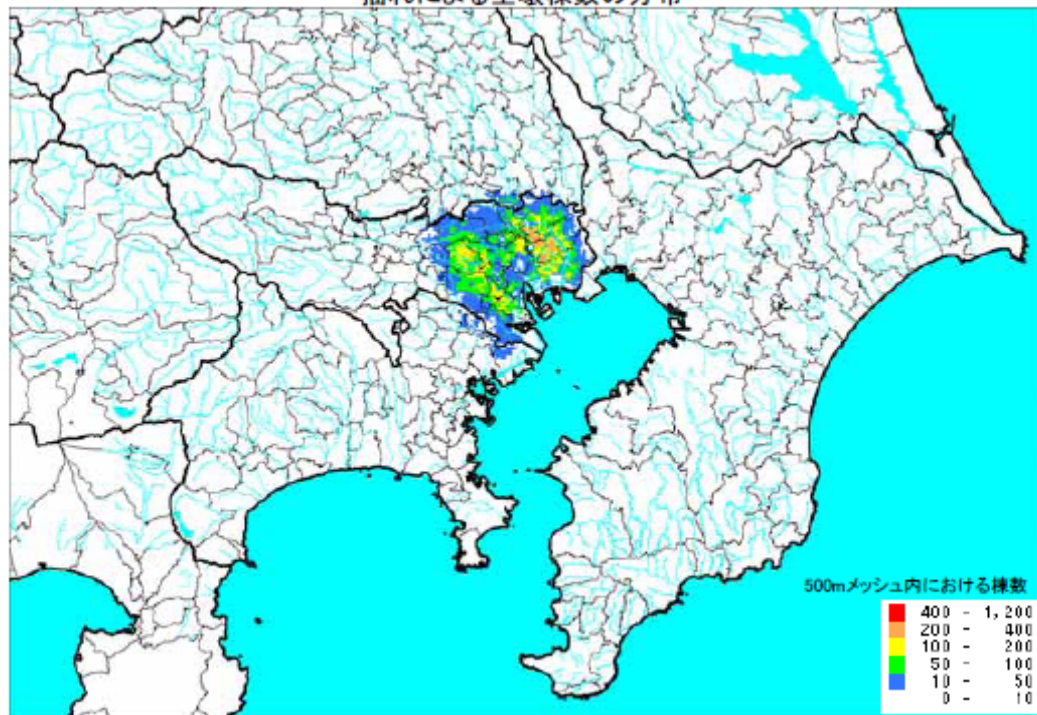


図 2.2.3-6 首都直下地震の建物被害（東京湾北部地震 M7.3）

揺れによる全壊棟数の分布



揺れによる全壊棟数の分布(都心部)

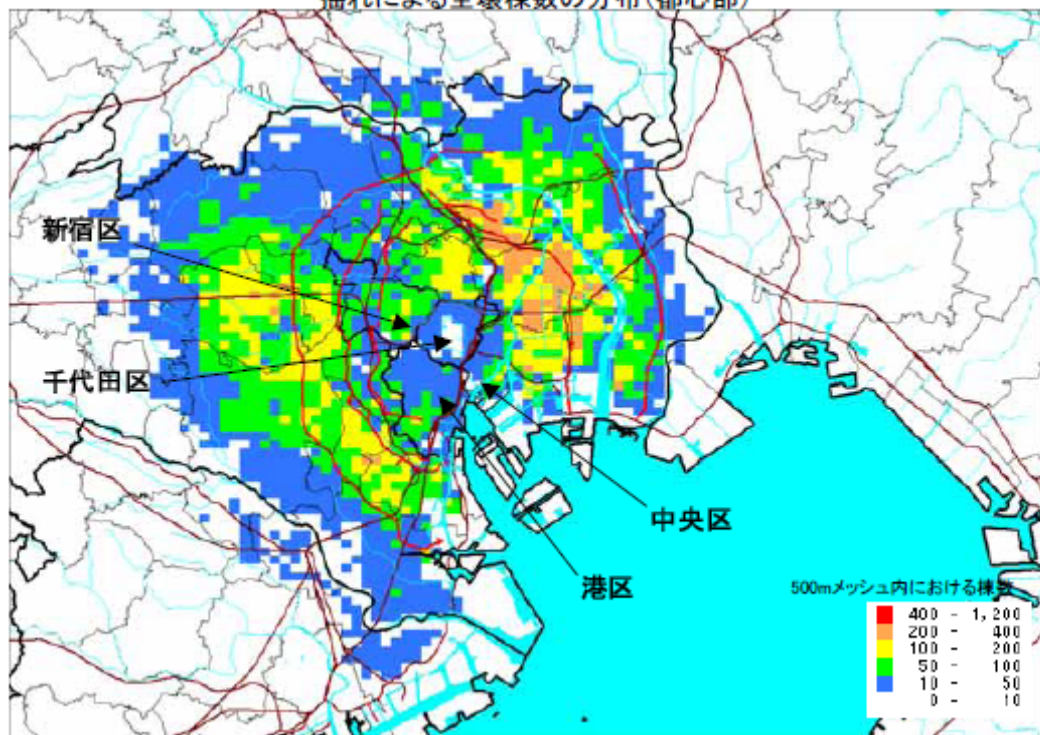


図 2.2.3-7 首都直下地震の建物被害 (都心東部直下地震 M6.9)

揺れによる全壊棟数の分布



揺れによる全壊棟数の分布(都心部)

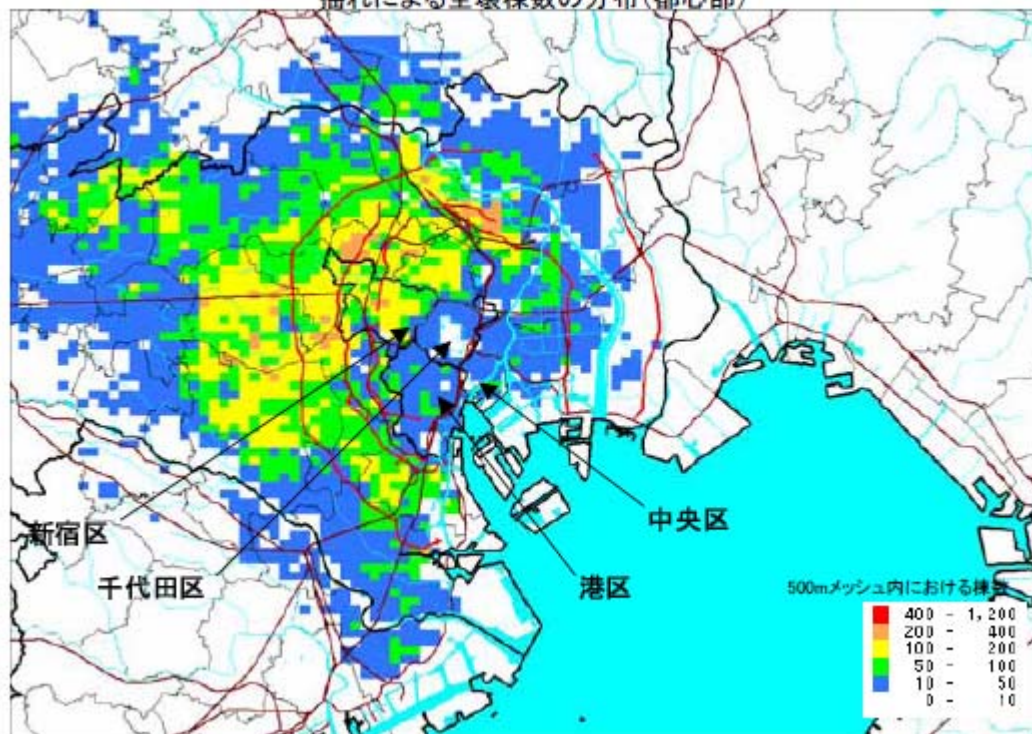


図 2.2.3-8 首都直下地震の建物被害 (都心西部直下地震 M6.9)

2.3 大規模地震の被害想定

今後、発生が予想される大規模地震の東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震における被害想定について紹介する。

2.3.1 東海地震³⁾

表 2.3.1-1 建物全壊棟数（朝 5 時の場合）

揺れ	静岡県、山梨県南部、愛知県西部等強い揺れが生じる地域を中心に、約 17 万棟
液状化	揺れの大きい地域や軟弱地盤を中心に、約 3 万棟
津波	静岡県、三重県等の沿岸部を中心に、約 7 千棟
火災	(風速 3m の場合) 約 1 万棟 (風速 15m の場合) 約 5 万棟
崖崩れ	静岡県等を中心に崖崩れが発生し、約 8 千棟
合計	(風速 3m の場合) <u>約 23 万棟</u> (風速 15m の場合) <u>約 26 万棟</u>
(参考) 予知情報に基づく警戒宣言が発令された場合、火災の減少により、全壊棟数は、最大約 3 万棟減少	

表 2.3.1-2 ライフライン等

水道	断水人口（発生直後）約 550 万人
電気	停電人口（発生直後）約 520 万人
ガス	供給支障人口（1 週間後）約 290 万人
交通施設	道路、鉄道等にも被害が発生し、一定期間利用困難となることも想定 港湾は、特に、液状化や津波による機能低下・停止が想定
避難生活	地震発生後の 1 週間後には約 190 万人の避難者
物資不足	米は最大約 41 万 Kg、飲料水は最大約 5,500kl、その他食料、毛布、肌着等が不足
医療対応	地域内で対応困難な重傷者は最大で約 27,000 人
その他	ブロック塀の倒壊やビルからの落下物等の被害 海水浴シーズンには約 10 万人が訪れ、円滑な避難が困難な場合、甚大な被害が想定

表 2.3.1-3 死者数（朝 5 時の場合）

揺れ	約 6,700 人
液状化	死者は発生せず
津波	住民の避難意識の程度により 約 400 人 ~ 約 1,400 人
火災	(風速 3m の場合) 約 200 人 (風速 15m の場合) 約 600 人
崖崩れ	約 700 人
合計	約 7,900 人 ~ 約 9,200 人
(参考) 予知情報に基づく警戒宣言が発令された場合、事前の避難・警戒行動により、最大ケースの場合約 9,200 人から約 2,300 人に減少	

表 2.3.1-4 経済的被害（最大ケース）

	予知なし（突発発災）	予知あり（警戒宣言）
直接被害 (個人住宅の被害、企業施設の被害、ライフライン被害等)	約 26 兆円	約 22 兆円
間接被害	約 11 兆円	約 9 兆円
生産停止による被害	約 3 兆円	約 2 兆円
東西間幹線交通被害	約 2 兆円	約 2 兆円
地域外等への波及	約 6 兆円	約 5 兆円
合計	約 37 兆円	約 31 兆円

※過去の地震災害の実態を踏まえて推計。

※人的被害及び公共土木被害は含まれていない。

2.3.2 東南海・南海地震⁴⁾

表 2.3.2-1 建物全壊棟数（朝 5 時の場合）

揺れ	東海から九州にかけて強い揺れが生じる地域を中心に、約 17 万棟
液状化	揺れの大きい地域や軟弱地盤を中心に、約 8 万棟
津波	東海から九州にかけての太平洋沿岸を中心に、約 4 万棟
火災	約 1 万棟 ～ 約 4 万棟
崖崩れ	高知県等で約 2 万棟
合計	約 33 万棟 ～ 約 36 万棟

表 2.3.2-2 ライフライン等

水道	断水人口（発生直後）約 1,600 万人
電気	停電人口（発生直後）約 1,000 万人
ガス	供給支障人口（1 週間後）約 300 万人
交通施設	道路、鉄道等にも被害が発生し、一定期間利用困難となることも想定 港湾は、特に、津波による機能低下・停止が想定
避難生活	地震発生後の 1 週間後には約 500 万人の避難者
物資不足	米は最大約 250 万 Kg、飲料水は最大約 15,000 Kl、その他食料、毛布、肌着等が不足
医療対応	地域内で対応困難な重傷者は最大で約 36,000 人
その他	ブロック塀の倒壊やビルからの落下物等の被害 海水浴シーズンには大勢の海水浴客が訪れ、円滑な避難が困難な場合、甚大な被害が想定

表 2.3.2-3 死者数（朝5時の場合）

揺れによる 建物の全壊	約6,600人
津波※	避難意識が高い場合 約3,300人 避難意識が低い場合 約8,600人
火災	約100人 ~ 約500人
崖崩れ	約2,100人
合計	約1万2千人 ~ 約1万8千人

※＜避難意識が高い場合＞北海道南西沖地震における奥尻町の場合
（避難率 71.1%）

＜避難意識が低い場合＞日本海中部地震の場合（避難率 20%）

表 2.3.2-4 経済的被害（最大ケース）

直接被害 （個人住宅の被害、企業施設の被害、 ライフライン被害等）	約43兆円
間接被害 生産停止による被害 東西間幹線交通の寸断による被害 その他全国への経済に与える影響	約14兆円 約5兆円 約1兆円 約8兆円
合計	約57兆円

※過去の地震災害の実態を踏まえて推計。

※人的被害及び公共土木被害は含まれていない。

2.3.3 首都直下地震⁵⁾

表 2.3.3-1 建物全壊棟数と死者数 被害最大（夕方 8 時、風速 15m/h）

		揺れ	液状化	急傾斜地崩壊	火災	ブロック塀・ 塵外落下物等	合計
東京湾北部地震 M7.3	建物被害	約 150,000	約 33,000	約 12,000	約 650,000	-	約 850,000
	死者数	約 3,100	-	約 900	約 6,200	約 800	約 11,000
都心東部直下地震 M6.9	建物被害	約 140,000	約 18,000	約 5,400	約 510,000	-	約 680,000
	死者数	約 3,200	-	約 500	約 6,300	約 600	約 11,000
都心西部直下地震 M6.9	建物被害	約 160,000	約 17,000	約 6,200	約 610,000	-	約 790,000
	死者数	約 3,300	-	約 600	約 8,000	約 600	約 12,000
さいたま市直下地震 M6.9	建物被害	約 52,000	約 13,000	約 1,500	約 190,000	-	約 260,000
	死者数	約 1,100	-	約 100	約 1,900	約 200	約 3,300
千葉市直下地震 M6.9	建物被害	約 12,000	約 14,000	約 700	約 61,000	-	約 88,000
	死者数	約 300	-	約 50	約 400	約 80	約 800
川崎市直下地震 M6.9	建物被害	約 23,000	約 15,000	約 4,000	約 130,000	-	約 180,000
	死者数	約 400	-	約 300	約 900	約 200	約 1,800
横浜市直下地震 M6.9	建物被害	約 6,600	約 14,000	約 5,500	約 43,000	-	約 69,000
	死者数	約 100	-	約 400	約 50	約 100	約 700
立川市直下地震 M6.9	建物被害	約 9,100	約 11,000	約 1,600	約 53,000	-	約 75,000
	死者数	約 200	-	約 100	約 200	約 80	約 500
羽田直下地震 M6.9	建物被害	約 40,000	約 17,000	約 4,000	約 190,000	-	約 250,000
	死者数	約 800	-	約 400	約 1,800	約 300	約 3,200
市原市直下地震 M6.9	建物被害	約 3,700	約 12,000	約 500	約 29,000	-	約 45,000
	死者数	約 80	-	約 40	約 60	約 40	約 200
成田直下地震 M6.9	建物被害	約 3,800	約 4,700	約 600	約 9,200	-	約 18,000
	死者数	約 100	-	約 40	約 30	-	約 200
関東平野北西縁断層帯地震 M7.2	建物被害	約 39,000	約 14,000	約 1,200	約 170,000	-	約 220,000
	死者数	約 1,000	-	約 100	約 500	約 70	約 1,700
立川断層帯地震 M7.3	建物被害	約 120,000	約 20,000	約 5,700	約 340,000	-	約 480,000
	死者数	約 2,100	-	約 400	約 3,400	約 400	約 6,300
伊勢原断層帯地震 M7.0	建物被害	約 41,000	約 10,000	約 2,500	約 110,000	-	約 160,000
	死者数	約 900	-	約 200	約 1,500	約 70	約 2,600
神縄・国府津一松田断層帯地震 M7.5	建物被害	約 77,000	約 13,000	約 5,200	約 130,000	-	約 220,000
	死者数	約 1,700	-	約 300	約 3,600	約 40	約 5,600
三浦断層群地震 M7.2	建物被害	約 110,000	約 19,000	約 11,000	約 180,000	-	約 330,000
	死者数	約 2,400	-	約 700	約 4,600	約 200	約 7,800
プレート境界茨城県南部地震 M7.3	建物被害	約 11,000	約 23,000	約 1,100	約 52,000	-	約 87,000
	死者数	約 300	-	約 80	約 30	約 60	約 500
プレート境界多摩地震 M7.3	建物被害	約 50,000	約 27,000	約 8,300	約 480,000	-	約 560,000
	死者数	約 1,000	-	約 700	約 1,500	約 700	約 3,800
参考：東京湾北部地震（東7：西3） M7.3	建物被害	約 98,000	約 34,000	約 12,000	約 480,000	-	約 620,000
	死者数	約 2,100	-	約 900	約 3,600	約 700	約 7,300

（注）数値は四捨五入により表示しているため、各数値の合計値は、合計の欄の値と一致しない。

表 2.3.3-2 ライフライン障害 東京湾北部地震 被害最大(夕方8時、風速15m/h)

	都道府県	1日目		2日目		4日目		各事業者からの聞取りによる復旧目標日数(※1)	阪神・淡路大震災時の復旧日数に基づく復旧人員数(※2)
		支障数	支障率	支障数	支障率	支障数	支障率		
上水道被害 (断水人口) (※3)	茨城県	約140,000	4.7%	約110,000	3.6%	約42,000	1.4%	日数:30日 人員数: 約12,000人/日	日数:42日 人員数: 約8,600人/日
	栃木県	--	--	--	--	--	--		
	群馬県	約600	--	約500	--	約200	--		
	埼玉県	約1,800,000	26.9%	約1,400,000	20.6%	約550,000	8.1%		
	千葉県	約2,400,000	41.4%	約1,800,000	31.8%	約720,000	12.4%		
	東京都	約3,900,000	33.3%	約2,900,000	24.4%	約780,000	6.7%		
	神奈川県	約3,100,000	37.3%	約2,400,000	28.6%	約920,000	11.2%		
	山梨県	約1,900	0.2%	約1,400	0.2%	約600	0.1%		
	静岡県	約1,300	--	約1,000	--	約400	--		
	合計	約11,000,000	25.7%	約8,600,000	19.4%	約3,000,000	6.8%		
下水道被害 (機能支障人口)	茨城県	約14,000	0.5%	約13,000	0.4%	約11,000	0.4%	--	--
	栃木県	--	--	--	--	--	--		
	群馬県	約1,300	0.1%	約1,200	0.1%	約1,000	--		
	埼玉県	約64,000	0.9%	約58,000	0.8%	約47,000	0.7%		
	千葉県	約110,000	1.8%	約95,000	1.6%	約77,000	1.3%		
	東京都	約130,000	1.1%	約120,000	1.0%	約97,000	0.8%		
	神奈川県	約130,000	1.5%	約110,000	1.4%	約93,000	1.1%		
	山梨県	約1,400	0.2%	約1,200	0.1%	約1,000	0.1%		
	静岡県	約4,400	0.1%	約3,900	0.1%	約3,200	0.1%		
	合計	約450,000	1.0%	約410,000	0.9%	約330,000	0.7%		
電力被害 (停電軒数) (※4)	茨城県	約21,000	1.2%	約17,000	1.0%	約9,000	0.5%	日数:6日 人員数: 約12,000人/日	日数:6日 (※5) 人員数: 約12,000人/日
	栃木県	--	--	--	--	--	--		
	群馬県	--	--	--	--	--	--		
	埼玉県	約160,000	4.1%	約130,000	3.3%	約69,000	1.6%		
	千葉県	約190,000	5.3%	約150,000	4.3%	約80,000	2.3%		
	東京都	約1,100,000	12.9%	約870,000	10.5%	約460,000	5.6%		
	神奈川県	約150,000	3.0%	約120,000	2.4%	約65,000	1.3%		
	山梨県	--	--	--	--	--	--		
	静岡県	--	--	--	--	--	--		
	合計	約1,600,000	6.1%	約1,300,000	4.9%	約680,000	2.6%		
通信被害 (不通回線数)	茨城県	--	--	--	--	--	--	日数:14日 人員数: 約3,800人/日	日数:14日 人員数: 約3,800人/日
	栃木県	--	--	--	--	--	--		
	群馬県	--	--	--	--	--	--		
	埼玉県	約110,000	3.5%	約100,000	3.3%	約89,000	2.9%		
	千葉県	約140,000	5.1%	約130,000	4.8%	約120,000	4.3%		
	東京都	約740,000	9.3%	約700,000	8.8%	約620,000	7.8%		
	神奈川県	約120,000	2.8%	約110,000	2.7%	約100,000	2.4%		
	山梨県	--	--	--	--	--	--		
	静岡県	--	--	--	--	--	--		
	合計	約1,100,000	4.8%	約1,000,000	4.5%	約930,000	4.0%		
ガス被害 (供給停止軒数)	茨城県	--	--	--	--	--	--	日数:55日 人員数: 約4,800人/日	日数:85日 人員数: 約3,100人/日
	栃木県	--	--	--	--	--	--		
	群馬県	--	--	--	--	--	--		
	埼玉県	--	--	--	--	--	--		
	千葉県	約120,000	9.9%	約120,000	9.8%	約120,000	9.5%		
	東京都	約1,100,000	19.0%	約1,100,000	18.8%	約1,100,000	18.3%		
	神奈川県	--	--	--	--	--	--		
	山梨県	--	--	--	--	--	--		
	静岡県	--	--	--	--	--	--		
	合計	約1,200,000	12.3%	約1,200,000	12.2%	約1,200,000	11.9%		

(注) 数値は四捨五入により表示しているため、各数値の合計値は、合計の欄の値と一致しない場合がある。
(注) 「-」は値がゼロまたはわずかであることを示す。

- ※1 95%復旧の目標日数(ガスのみ80%)。
- ※2 実際に要した95%復旧の日数(ガスのみ80%)。
- ※3 上水道の復旧については、4日目までの配水系統切り替えによる効果を加味している。
- ※4 変電所3ヶ所の被災により、地震発生直後は200万軒の停電が一時的に発生するが、電力系統切り替えにより、1日後までに160万軒に回復する。
- ※5 変電所系統切替による復旧後の停電50万件から95%応急復旧までの日数。

表 2.3.3-3 ライフライン障害 都心西部地震 被害最大（夕方 8 時、風速 15m/h）

	都道府県	1日目		2日目		4日目		各事業者からの開断りによる 復旧目標日数(※1)	阪神・淡路大震災時の復旧日数に 基づく復旧人員数(※2)
		支障数	支障率	支障数	支障率	支障数	支障率		
上水道被害 (断水人口) (※3)	茨城県	--	--	--	--	--	--	日数:30日 人員数: 約5,400人/日	日数:42日 人員数: 約3,900人/日
	栃木県	--	--	--	--	--	--		
	群馬県	--	--	--	--	--	--		
	埼玉県	約 1,500,000	22.3%	約 1,200,000	17.1%	約 450,000	6.7%		
	千葉県	約 160,000	2.7%	約 120,000	2.1%	約 48,000	0.8%		
	東京都	約 4,500,000	38.2%	約 3,300,000	28.0%	約 900,000	7.8%		
	神奈川県	約 860,000	10.4%	約 660,000	8.0%	約 280,000	3.1%		
	山梨県	--	--	--	--	--	--		
	静岡県	--	--	--	--	--	--		
	合計	約 7,000,000	15.9%	約 5,200,000	11.9%	約 1,700,000	3.8%		
下水道被害 (機能支障人口)	茨城県	約 1,500	--	約 1,300	--	約 1,100	--	--	--
	栃木県	--	--	--	--	--	--		
	群馬県	約 300	--	約 200	--	約 200	--		
	埼玉県	約 55,000	0.8%	約 50,000	0.7%	約 40,000	0.6%		
	千葉県	約 34,000	0.8%	約 31,000	0.5%	約 25,000	0.4%		
	東京都	約 130,000	1.1%	約 120,000	1.0%	約 98,000	0.8%		
	神奈川県	約 86,000	1.0%	約 78,000	0.9%	約 63,000	0.8%		
	山梨県	約 200	--	約 200	--	約 200	--		
	静岡県	約 600	--	約 500	--	約 400	--		
	合計	約 310,000	0.7%	約 280,000	0.6%	約 230,000	0.5%		
電力被害 (停電軒数) (※4)	茨城県	約 10,000	0.6%	約 8,500	0.5%	約 4,500	0.3%	日数:6日 人員数: 約12,000人/日	日数:6日 (※5) 人員数: 約12,000人/日
	栃木県	--	--	--	--	--	--		
	群馬県	--	--	--	--	--	--		
	埼玉県	約 140,000	3.7%	約 110,000	3.0%	約 61,000	1.6%		
	千葉県	約 100	--	約 100	--	約 60	--		
	東京都	約 1,300,000	16.2%	約 1,100,000	13.2%	約 580,000	7.0%		
	神奈川県	約 54,000	1.1%	約 44,000	0.9%	約 23,000	0.5%		
	山梨県	--	--	--	--	--	--		
	静岡県	--	--	--	--	--	--		
	合計	約 1,600,000	5.9%	約 1,300,000	4.8%	約 670,000	2.8%		
通信被害 (不通回線数)	茨城県	--	--	--	--	--	--	日数:14日 人員数: 約2,800人/日	日数:14日 人員数: 約2,800人/日
	栃木県	--	--	--	--	--	--		
	群馬県	--	--	--	--	--	--		
	埼玉県	約 90,000	3.0%	約 85,000	2.8%	約 76,000	2.5%		
	千葉県	--	--	--	--	--	--		
	東京都	約 950,000	12.0%	約 900,000	11.3%	約 800,000	10.1%		
	神奈川県	約 48,000	1.1%	約 45,000	1.1%	約 40,000	0.9%		
	山梨県	--	--	--	--	--	--		
	静岡県	--	--	--	--	--	--		
	合計	約 1,100,000	4.7%	約 1,000,000	4.5%	約 910,000	4.0%		
ガス被害 (供給停止軒数)	茨城県	--	--	--	--	--	--	日数:54日 人員数: 約4,200人/日	日数:85日 人員数: 約2,700人/日
	栃木県	--	--	--	--	--	--		
	群馬県	--	--	--	--	--	--		
	埼玉県	約 2,800	0.5%	約 2,600	0.5%	約 2,600	0.5%		
	千葉県	--	--	--	--	--	--		
	東京都	約 2,000,000	34.8%	約 2,000,000	34.2%	約 1,900,000	33.3%		
	神奈川県	--	--	--	--	--	--		
	山梨県	--	--	--	--	--	--		
	静岡県	--	--	--	--	--	--		
	合計	約 2,000,000	20.2%	約 2,000,000	20.0%	約 1,800,000	18.5%		

(注) 数値は四捨五入により表示しているため、各数値の合計値は、合計の欄の値と一致しない場合がある。

(注) 「-」は値がゼロまたはわずかであることを示す。

※1 195%復旧の目標日数(ガスのみ80%)。

※2 実際に要した95%復旧の日数(ガスのみ80%)。

※3 上水道の復旧については、4日目までの配水系統切り替えによる効果を加味している。

※4 変電所1ヶ所の被災により、地震発生直後は180万軒の停電が一時的に発生するが、電力系統切り替えにより、1日後までに160万軒に回復する。

※5 変電所系統切替による復旧後の停電50万件から95%応急復旧までの日数。

表 2.3.3-4 経済被害 東京湾北部地震 被害最大（夕方 8 時、風速 15m/h）

単位：兆円

			首都直下地震	
直接被害	資産喪失による損失額	木造建築物	51.4	
		非木造建築物		
		家財	3.8	
		事業所償却資産	5.2	
		事業所在庫資産	1.5	
		上水道	0.2	
		下水道	0.3	
		電気	0.2	
		ガス	0.0	
		通信	0.5	
		交通施設	道路	0.2
			鉄道	0.2
			港湾	2.7
		その他公共土木施設	0.4	
直接被害合計			67	
間接被害	交通寸断による被害(①)	人流寸断	1.5	
		港湾物流寸断	4.7	
	生産、サービス停止による東京都内の損失(②)		13.2	
	東京都以外への波及額(③)	国内	25.2	
		海外	0.6	
間接被害合計(①+②+③)			45	
経済被害合計			112	

注1) 人流寸断による被害は、最大値(6ヶ月で復旧するケース)を掲載
 注2) 波及額は、国内への波及被害を生産関数分析により算定した場合

表 2.3.3-5 経済被害 都心西部地震 被害最大（夕方 8 時、風速 15m/h）

単位：兆円

			首都直下地震	
直接被害	資産喪失による損失額	木造建築物	49.0	
		非木造建築物		
		家財	3.5	
		事業所償却資産	5.4	
		事業所在庫資産	1.6	
		上水道	0.1	
		下水道	0.2	
		電気	0.1	
		ガス	0.0	
		通信	0.5	
		交通施設	道路	0.2
			鉄道	0.2
			港湾	0.8
		その他公共土木施設	0.3	
直接被害合計			62	
間接被害	交通寸断による被害(①)	人流寸断	1.5	
		港湾物流寸断	0.9	
	生産、サービス停止による東京都内の損失(②)		14.3	
	東京都以外への波及額(③)	国内	24.8	
		海外	0.6	
間接被害合計(①+②+③)			42	
経済被害合計			104	

注1) 人流寸断による被害は、最大値(6ヶ月で復旧するケース)を掲載
 注2) 波及額は、国内への波及被害を生産関数分析により算定した場合

2.3.4 東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震の経済被害の比較⁵⁾

表 2.3.4 経済被害比較

単位:兆円

		首都直下地震	東海地震	東南海・南海地震		
直接被害	資産喪失による損失額	木造建築物	11.1	18.6		
		非木造建築物	51.4	3.2	5.6	
		家財	3.8	3.7	5.4	
		事業所償却資産	5.2	4.4	7.7	
		事業所在庫資産	1.5	2.8	4.7	
		上水道	0.2	0.1	0.3	
		下水道	0.3	0.1	0.1	
		電気	0.2	0.2	0.3	
		ガス	0.0	0.2	0.3	
		通信	0.5	0.0	0.1	
		交通施設	3.1	-	-	
		その他公共土木施設	0.4	-	-	
		直接被害合計		67	26	43
		間接被害	交通寸断による被害(①)	人流寸断	1.5	1.6
港湾物流寸断	4.7			-	-	
生産、サービス停止による被災地域内の損失(②)	13.2		3.4	5.4		
被災地域外への波及額(③)	国内		25.2	6.0	8.0	
	海外		0.6	-	-	
間接被害合計(①+②+③)		45	11	14		
経済被害合計		112	37	57		

-は東海、東南海・南海地震被害想定で推計の対象としなかったもの

(注)東海、東南海・南海、首都直下地震で、交通寸断被害の検討内容は異なっている

首都直下地震で、②は東京都、③は東京都以外の被害額を示している

・首都直下地震は東京湾北部 18時・風速15m/s、人流寸断の復旧に6ヶ月要するケース

・東海地震は、18時・風速15m/s、予知情報なしのケース

・東南海・南海地震は、18時・風速15m/s、東西間交通寸断被害大のケース

2.4 地震発生時の広域停電

巨大地震が起きれば、大規模停電が発生することが予想され、それが夜間であれば避難等に支障ができ被害拡大に繋がる恐れがある。そこで行政と地域住民が協力し対策を検討する必要がある。表 2.4.1 に最近起きた主な地震と今後発生が予想される、東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震の停電被害を示す。

表 2.4.1 停電被害の比較

地震名	停電戸数・人口	応急復旧	発生時刻
阪神大震災	2,600,000 戸	6 日後	午前 5 時 46 分
新潟県中越地震	309,000 戸	7 日後	午後 5 時 56 分
能登半島地震	160,000 戸	1 日後	午前 9 時 41 分
新潟県中越沖地震	35,000 戸	2 日後	午前 10 時 13 分
東海地震	5,200,000 人	—	—
東南海・南海地震	10,000,000 人	—	—
首都直下地震	1,600,000 戸	—	—

参考文献

- 1) http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku_gaiyou/gaiyou_top.html : 内閣府、防災情報のページ HP、「我が国の地震対策の概要」
- 2) http://www.mext.go.jp/a_menu/kaihatu/jishin/main.htm : 文部科学省、地震・防災分野 HP、「地震・防災分野の平成 19 年度予算」
- 3) http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku_toukai/toukai_top.html : 内閣府、防災情報のページ HP、「東海地震対策」
- 4) http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku_nankai/nankai_top.html : 内閣府、防災情報のページ HP、「東南海・南海地震対策」
- 5) http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku_syuto/syuto_top.html : 内閣府、防災情報のページ HP、「首都直下地震対策」

(文責：松本)

3. 地方自治体の地震災害時の停電対策の実態

地震調査委員会は、今後 30 年以内の海溝型巨大地震の発生確率を公表している。南海地震（M8.4 前後、40%）と東南海地震（M8.1、50%）は同時に発生した場合（M8.5）、最悪 2 万人超の死者が出るとされるため、2003 年 7 月、東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（以下、特措法）が施行され防災対策が本格的に進められることになった。同特措法は木造建物の耐震化により、建物倒壊による死者の発生が 1/5 に減少すると推定している。また、住民の避難意識の高低により、津波による死者数に 2 倍程度の差が出るのが想定されており、的確な避難のための避難意識の啓発と避難計画の作成を急務としている¹⁾。特に津波被害予測が大きい地域では、夜間でも迅速な避難行動が取れるような対策が重要である。一方、地震発生直後には、阪神・淡路大震災の実態に基づき、揺れ・液状化による全壊棟数に対する停電世帯の比率（発生直後 25.0 世帯）を用いて、約 1000 万人が停電の影響を受けると想定されている。夜間に地震が発生した場合、屋外に明かりのない状態での避難となることが予想される。しかしながら、現状では屋外避難時の明かりの確保や誘導システムについては法律で規定されていない。そのため、自治体によって夜間避難のための対策に温度差があることが予想された。そこで委員会では、東南海・南海地震および東海地震の地震防災対策強化・推進地域の市町村を対象に、屋外防災照明システムの整備に関するアンケート調査を実施することになった。

3.1 アンケート調査の概要

3.1.1 屋外防災照明設備とは

防災照明器具（誘導灯、非常用照明器具）は消防法（施行令第 26 条、施行規則第 28 条の 3）や建築基準法（第 35 条、施行令第 126 条の 4、5）で規定されている。主に不特定多数の人が利用する建物において、当該建物の火災時に速やかにかつ安全に避難できるように明るさを確保することを目的とおり、屋外や地震災害は想定されていない。

そこで、停電を伴う大規模災害に備えて、ソーラー電源や予備電源等を備えた街路灯や避難場所の照明設備、避難経路や避難場所への誘導標識など、主として災害避難時の明かりの確保と円滑な避難誘導を目的として設置されている街路灯、誘導灯、誘導標識等を屋外防災照明設備と定義され、概ね、以下に分類される照明設備や案内、誘導標識などが想定される。

- ① 停電時でも点灯する街路灯
 - ② 一時避難場所における停電時でも点灯する照明灯
 - ③ 屋外の避難誘導標識
 - ④ 屋外の避難誘導灯
 - ⑤ 避難路、避難場所を示した案内図
- これらを図 3.1.1 に例示する。



誘導灯（例） ソーラー街灯（例） 誘導標識（例） 避難場所案内図（例）

図 3.1.1 屋外防災照明システムの一例

災害発生からの避難の動きを時系列的に示すと、発生から概ね 3 時間程度の直後段階、3 日程度の緊急避難段階、3 日以降の応急避難段階さらに復旧・復興段階がある。直後および緊急避難段階では生命の確保が最優先され、人命救助や一時的、広域的な緊急避難が行われる。次に、安否確認、情報収集や医療活動に重点が移っていく。生命確保の災害発生直後および緊急避難段階の明かりの確保が、屋外防災照明に求められる主な機能である。

本委員会では、特に緊急性の高い災害発生直後段階の屋外の非常時の明かりの確保と誘導方法について、地方自治体がどのような対策を講じているのか、実態を明らかにする目的でアンケート調査を実施した。

3.1.2 調査対象自治体

内閣府では東南海・南海地震で震度 6 弱以上、津波高さ 3 m（または浸水深さ 2 m）以上で海岸堤防が低い市町村を防災対策推進地域に指定し、重点的に防災対策に取り組んでいる（図 3.1.2）。同様に、東海地震については地震防災対策強化地域を設定している。

地方自治体が取り組む住民避難における夜間対策には、避難路の視認性の確保や避難地への誘導のための照明器具や標識の設置といったハード面の整備と、地域の防災力を向上するための夜間避難訓練の実施・指導といったソフト面の整備が考えられる。この両面の整備状況の現状について表 3.1.1 に示す調査項目に関してアンケート調査を行った。

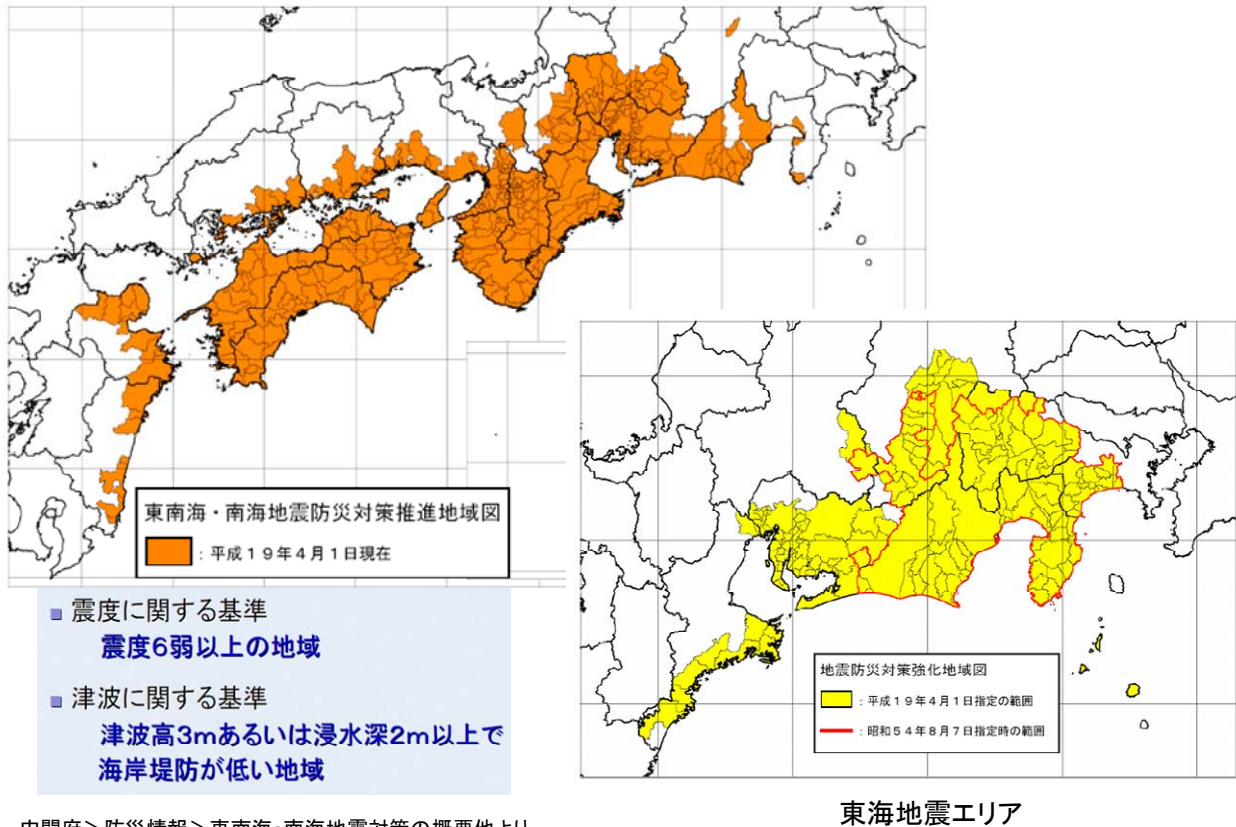
表 3.1.1 アンケート調査表の概要

	質問項目	質問の内容
1)	自主防災組織について	自主防災組織の有無、結成時期、活動内容
2)	地域防災計画における広域停電発生の想定について	停電の影響への想定とその内容、夜間避難訓練の実施について
3)	停電時でも点灯可能な街路灯について	停電でも点灯可能な街路灯の有無とその設置状況
4)	避難場所における停電時でも点灯可能な照明灯について	一時避難場所での停電時点灯可能な照明灯の有無と設置状況
5)	屋外の避難誘導標識について	屋外の避難誘導標識の有無と設置状況
6)	屋外の避難誘導灯について	屋外の避難誘導灯の有無と設置状況
7)	避難経路、避難場所をしめした案内図について	避難経路、避難場所を示した案内図の有無と設置状況
8)	その他	要望、防災予算等

* 設置状況：照明や標識の種類設置数、費用、管理等について設問した。

平成 19 年現在で指定地域は東南海・南海地震地域で 412 自治体、東海地震に係る地震防災対策強化地域で 173 自治体である。各自治体のホームページより、防災担当部署を検索し、郵送により調査表（付録資料）の配布、回収を行った。送付件数は、東南海・南海地震および東海地震の 2 地域（重複地域含む）の 419 市町村、215 市町村から回答（回収率 51.3%）を得ることができた（図 2-2-3 参照）。回答の得られた自治体の担当部署の名称は最も多いものが総務課（45.7%）、次いで防災対策等（26.7%）、危機管理室（19.0%）、市民・安全・安心等（8.6%）となっており、半数以上が各種業務との兼担となっている。

防災対策推進(および強化)地域



内閣府>防災情報>東南海・南海地震対策の概要他より
http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku/nankai/nankai_top.html

図 3.1.2 アンケート調査対象自治体

3.2 アンケート調査結果

3.2.1 アンケート調査表の回答状況

図 3.2.1 に回収率分布を示した。指定対象自治体が1つである京都府、山口県を除くと（京都市、周防大島町から回答があったため回答率 100%である。）和歌山県が回答率 79.3%と地震時の避難への意識が高いことがうかがえる。以下大阪府（67.6%）、愛媛県（66.7%）、と続く。回答率が高いことが、必ずしも地震対策に熱心であることを示すわけではないが、総じて東海地震地域からの回答が少ないという結果になった。

3.2.2 自主防災組織について

ほとんどの自治体で自主防災組織が結成されている（図 3.2.2）。しかし、活動内容にはばらつきが伺えた。自主防災組織は住民によって自発的に組織したものであり、住民の意識による差があると思われる。「自主防災組織」とは消防機関、水防団等の組織の整備並びに当該市町村の区域内の公共的団体等の防災に関する組織

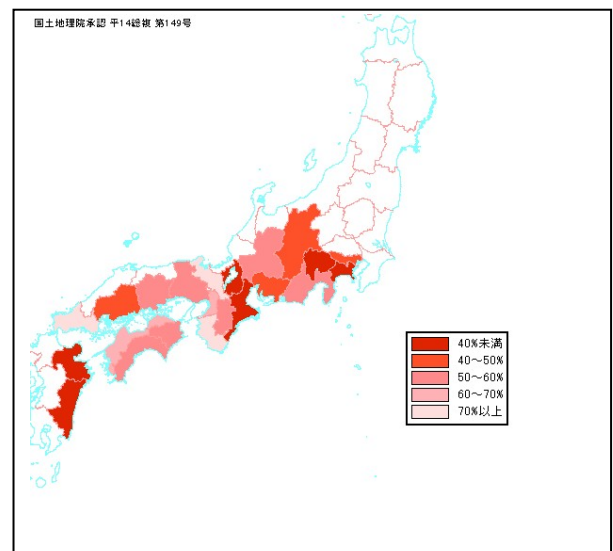


図 3.2.1 アンケート調査表の回答率分布

及び住民の隣保協同の精神に基づく自発的な防災組織である（「災害対策基本法」総則第5条より）。

また、自主防災組織は存在するものの、市町村の中での結成率にばらつきがあり、市町村内の地域によっては自主防災組織がないところも多いことがわかった。さらに、自主防災組織の結成に関して市町村自治体が把握していない場合もあった。行政が自主防災組織の自主性にまかせきりになり、地域毎の防災対策の温度差が生じている。

結成年については、東海地震地域のほうが、東南海・南海地震地域よりも比較的結成が早い（図 3.2.3）。これは、東海地震を対象とした「大規模地震対策特別措置法」の制定が昭和53年、「東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」の制定が平成14年と、東海地震の方が早くから危険視され専門調査会の結成、法律の制定がされ、種々の防災施策がとられてきたことに起因すると考えられる。

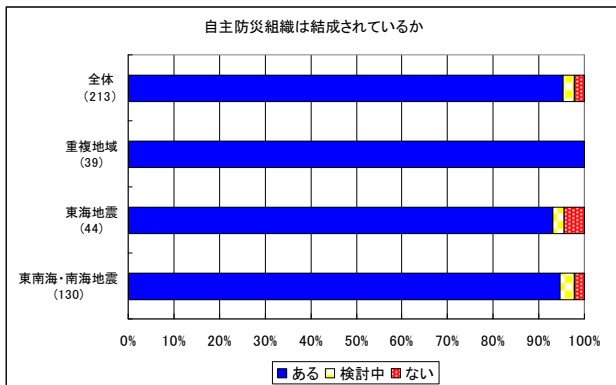


図 3.2.2 自治防災組織の結成の有無

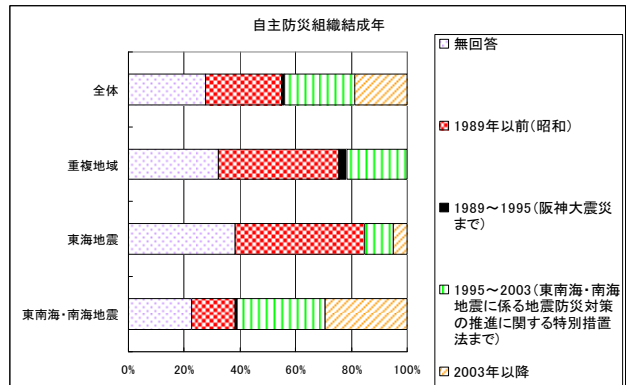


図 3.2.3 自治防災組織の結成時期

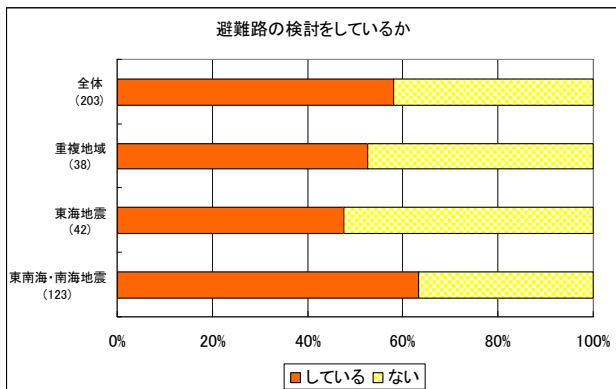


図 3.2.4 自主防災組織の活動内容①

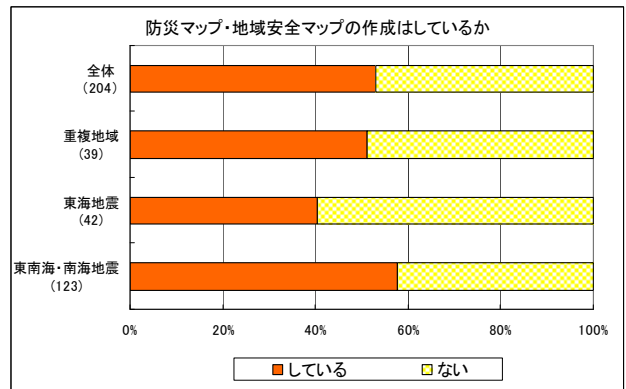


図 3.2.5 自主防災組織の活動内容②

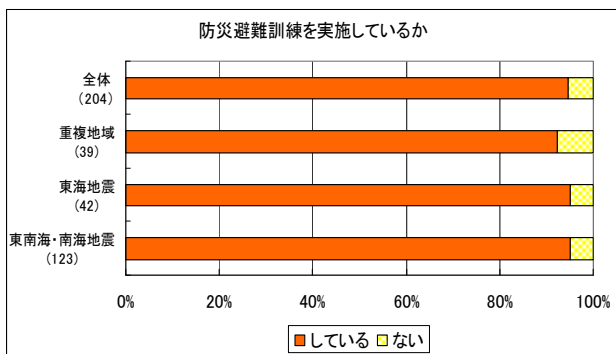


図 3.2.6 自主防災組織の活動内容③

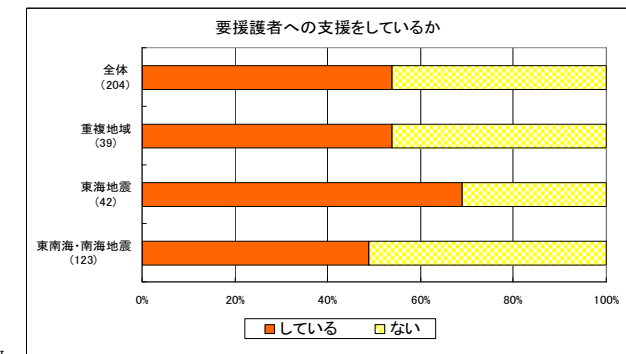


図 3.2.7 自主防災組織の活動内容④

自主防災組織の主たる活動状況は図 3.2.4～3.2.7 に示すような状況である。避難訓練は実施しているものの、防災マップや地域安全マップなど避難経路の状況把握などは半数にとどまっている。その他の活動内容は概ね以下のような回答が見られた。

- ・ 平常時：防災意識の普及啓発、災害発生の未然防止等
非常時：避難誘導、救出救護、情報伝達、初期消火、物資分配等
- ・ 栓等の点検など
- ・ 防災に関する知識の普及
- ・ 防災資機材の購入、整備、活用
- ・ 応急対策（情報収集・伝達、救出救護、避難誘導、初期消火等）
- ・ 自主防災倉庫の点検
- ・ チラシ等の配布・講習会海拔表示板の設置
- ・ 防災訓練等の実施
- ・ 夜回り
- ・ 初期消火訓練、たき出し、水防活動等
- ・ 日頃の学習会、被災者救出
- ・ 防災講演会、防災研究会等の開催
- ・ 自主防災組織リーダー研修会への参加

3.2.3 地域防災計画における広域停電発生の想定について

大地震時の停電の発生を想定している自治体は半数程度にとどまっており、東南海・南海地震地域で低い割合になっている（図 3.2.8）。

停電の継続時間の想定では、1 日以上を想定している自治体が多かった（図 3.2.9）。比較的ライフラインへの想定は多くの自治体で行われている。避難所運営への障害や災害対策等行政主要部門の電源確保への想定は比較的高いが、避難行動への支障や救助活動への支障など、屋外での避難活動での停電の想定率は低い。避難活動、救助活動など屋外で急を要する項目の停電への想定がなされていないことがわかった（図 3.2.10～3.2.15）。

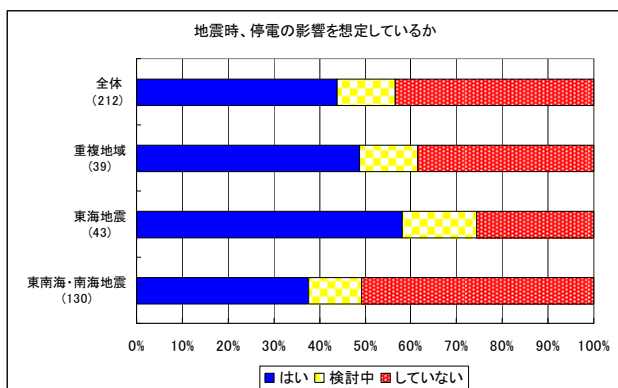


図 3.2.8 地震時の停電影響の想定の有無

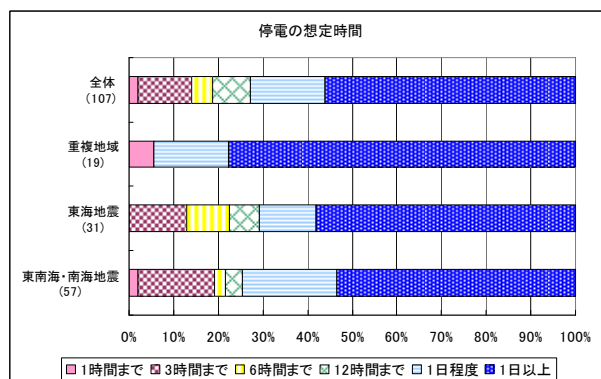


図 3.2.9 停電の継続時間の想定

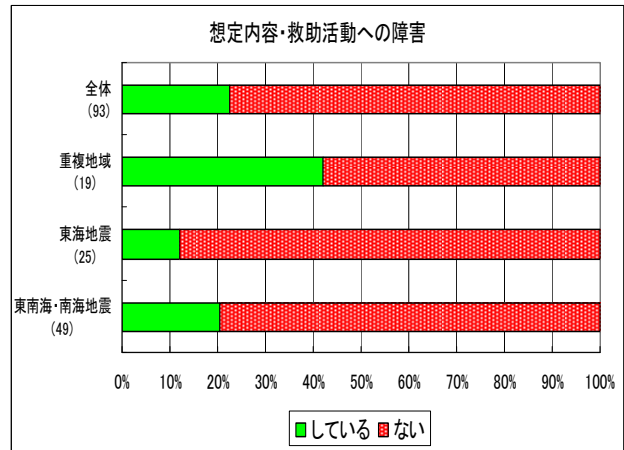
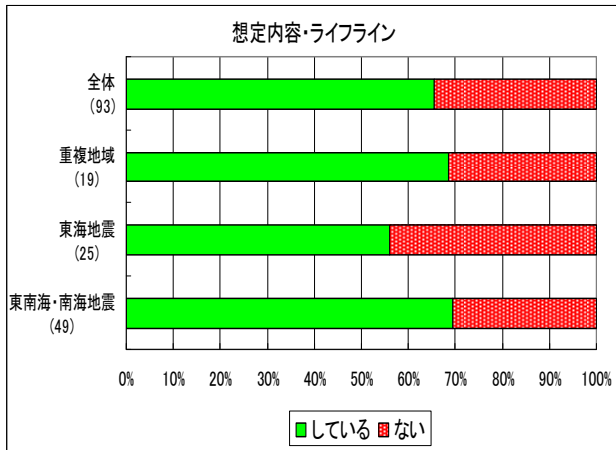


図 3.2.10 停電のライフラインへの影響想定 図 3.2.11 停電により救助活動に障害想定

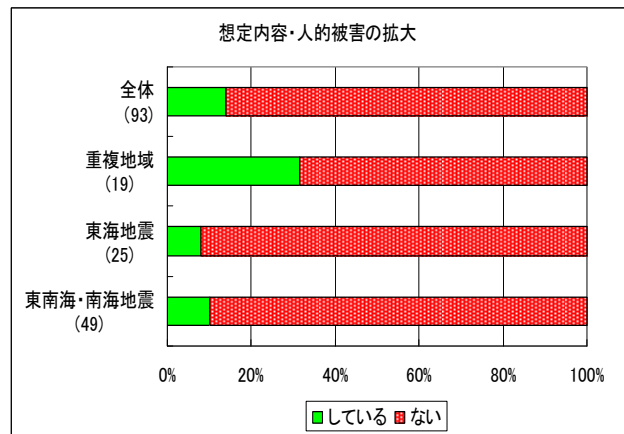
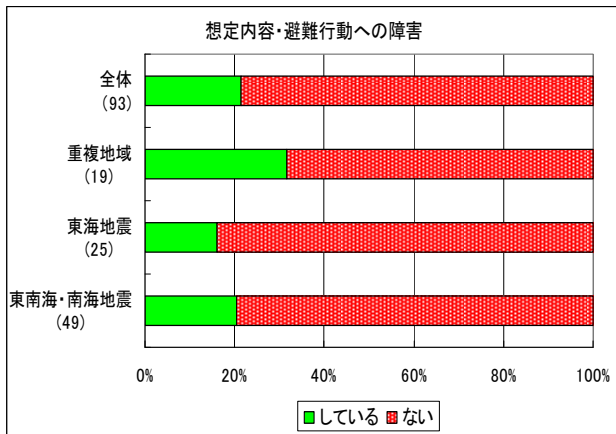


図 3.2.12 停電による救助活動への障害想定 図 3.2.13 停電による人的被害の拡大

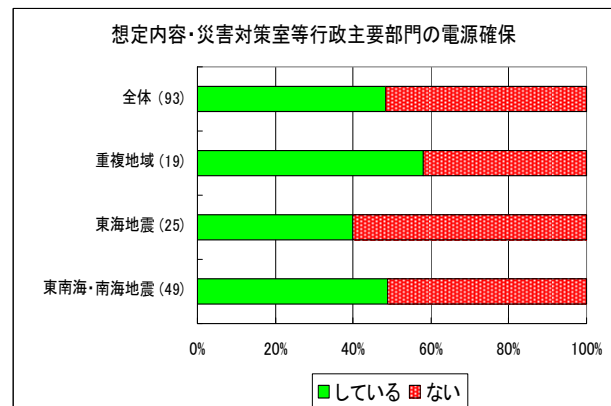
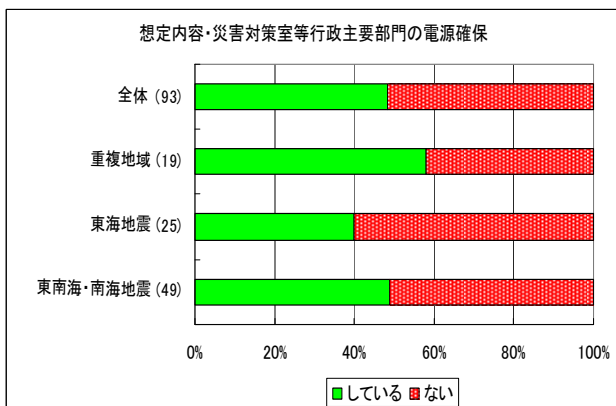


図 3.2.14 停電による避難所運営への支障想定 図 3.2.15 災害対策部門の電源確保

停電の影響のその他の想定内容は、概ね次のようなものが指摘された。

- ・ ポンプ場の機能停止による排水への障害、通信系の確保
- ・ (町・県) 防災無線の電源確保
- ・ 電力供給方法
- ・ 防災行政無線への障害

3.2.4 夜間避難訓練の実施について

地域住民が避難路の障害を認識するためには夜間の避難訓練は有効と考えられる。ほとんどの自治体で防災避難訓練は実施されているものの、夜間避難訓練を実施している自治体は15%と少ない(図 3.2.16)。その実施頻度では、毎年実施する自治体は40%となっている(図 3.2.18)。夜間避難訓練を実施しない理由として、訓練時の事故など危険とする72%、ついで必要性を認識しないという回答であった(図 3.2.21)。

避難訓練の実施主体では、東海地震地域では、行政主体で行われている場合が多く、東南海・南海地震地域では自主防災組織主体で行われている場合が多かった(図 3.2.17)。比較的東海地震地域のほうが夜間避難訓練の実施率が高く、行政主体で積極的に夜間避難訓練を行った方が、実施率が向上するものと考えられる。夜間避難訓練は停電を想定して行っており(図 3.2.19)、阪神・淡路大震災の停電の発生を受けて、そのような想定で実施されるようになっている(図 3.2.20)。

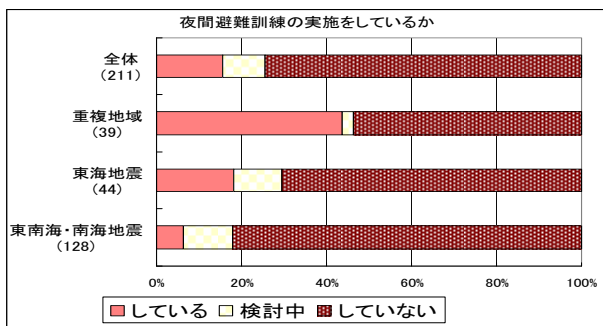


図 3.2.16 夜間避難訓練の実施の有無

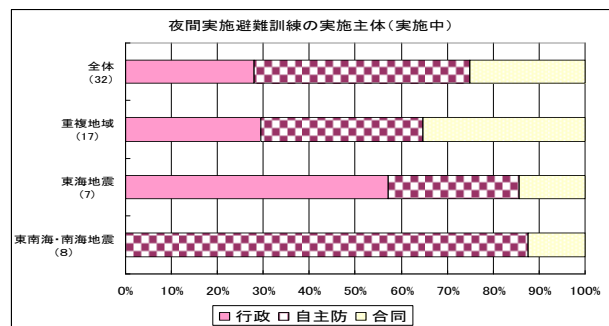


図 3.2.17 夜間避難訓練の実施主体

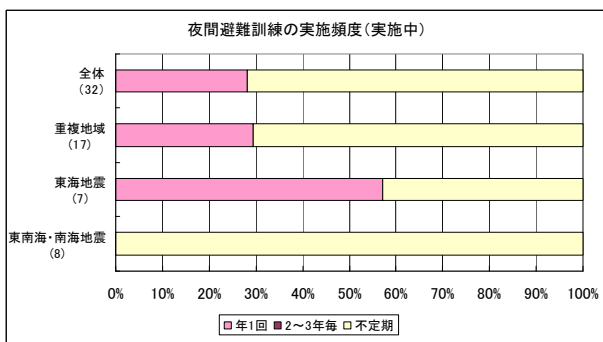


図 3.2.18 夜間避難訓練の実施頻度

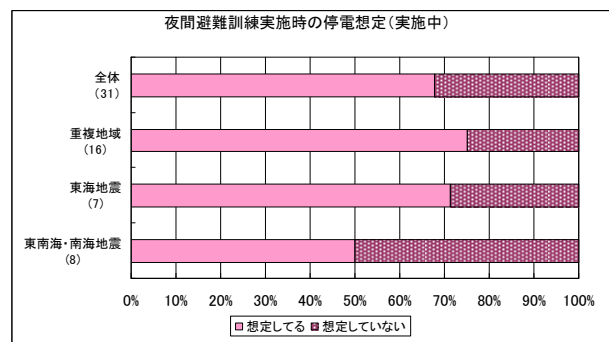


図 3.2.19 夜間避難訓練時の停電想定

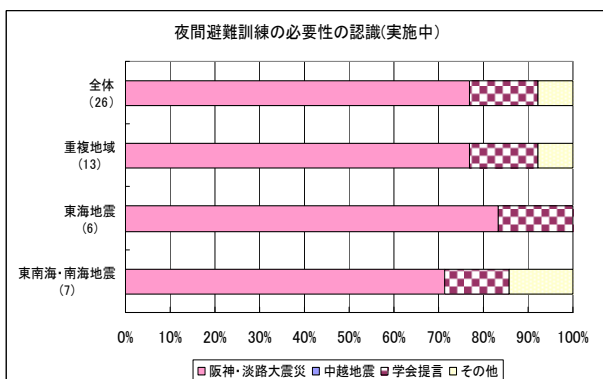


図 3.2.20 夜間避難訓練の必要性の認識

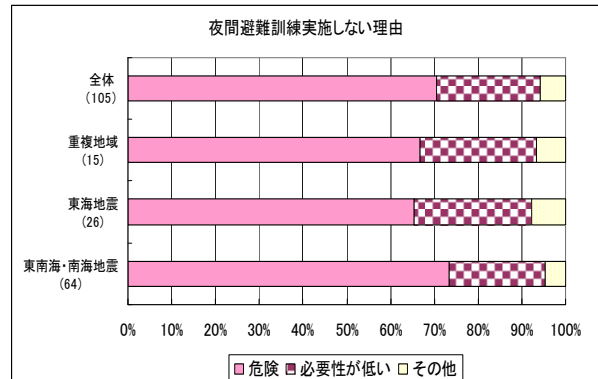


図 3.2.21 夜間避難訓練非実施の理由

3.2.5 停電対応街路灯の設置について

ほとんどの自治体で停電時でも点灯可能な街路灯の設置は進んでいない（図 3.2.22）。設置している自治体でも1灯しか設置してない所もある。そのなかで、設置数の多い自治体の例を表 3.2.1 に示す。ソーラー式のものが大半を占めている。同じ自治体内でも仕様の統一がされていない場合が見られた。

表 3.2.1 停電対応街路灯を設置している自治体の例

	印南町 (和歌山県)	下諏訪町 (長野県)	伊勢市 (三重県)	熊野市 (三重県)
種類	ソーラー	ソーラー	ソーラー	商用電源で充電
設置数(灯)	60	99	20	29
仕様の統一	統一	不統一	不統一	統一
点灯可能時間 (時間)	2	4	10	2
設置費用負担	通常予算・補助金	補助金	通常予算	補助金
メンテナンス	未実施	定期的	不定期	未実施

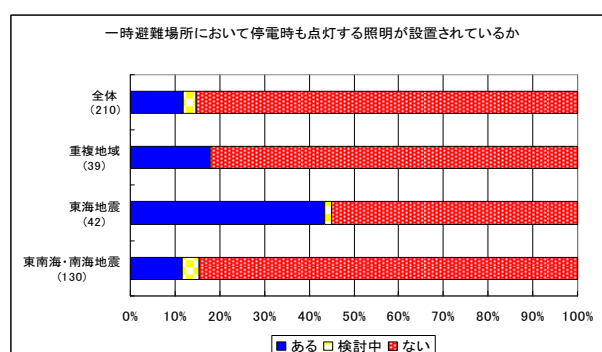
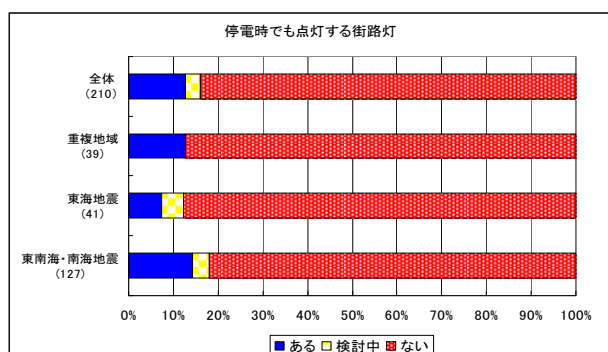


図 3.2.22 停電対応街路灯の設置の有無 図 3.2.23 避難場所での停電対応照明の設置

3.2.6 避難場所における停電対応照明設備の設置について

停電時でも点灯可能な街路灯同様に、ほとんどの自治体で避難場所における停電時でも点灯可能な照明等の設置は進んでいないが、東海地震地域において設置率が高い（図 3.2.23）。設置数の多い自治体の例を表 3.2.2 に示す。ソーラー電源を有するものが多い。

表 3.2.2 避難場所における停電想定照明設備の設置自治体の例

	香南町 (高知県)	越知町 (高知県)	吉田町 (静岡県)	鈴鹿市 (三重県)
種類	ソーラー	商用電源で充電	ソーラー	ソーラー
設置数(灯)	20	30	200	84
使用の統一	不統一	統一	不統一	統一
点灯可能時間 (時間)	10	3	日照時間	10
設置費用負担	通常予算	補助金	通常予算	補助金
メンテナンス	不定期	定期的	定期的	不定期

3.2.7 屋外の避難誘導標識の設置について

屋外の避難誘導標識については他の設備よりも設置率が高い（図 3.2.24）。しかし、設置済みの誘導標識の種類の大半が普通看板であり（図 3.2.25）、夜間地震時に対応している標識は少ない。しかしながら、東南海・南海地震地域では再帰反射材や蓄光式などの標識が多い。これは、東南海・南海地震地域の東南海・南海地震防災対策推進地への指定が平成 14 年と、東海地震地域の東海地震に係る地震防災対策強化地域への指定より最近であるため、より高機能の設備が備えられているのではないかと考えられる。

設置主体や費用負担はおおむね行政主体である。予算などの面で自主防災組織での設置は難しいと考えられ、行政主体の設置が進むとよいと思う。メンテナンスでは、不定期・未実施がほとんどである（図 3.2.26～図 3.2.29）。

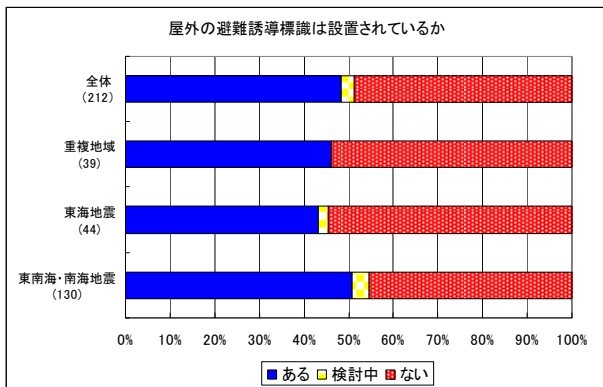


図 3.2.24 屋外避難誘導標識の設置の有無

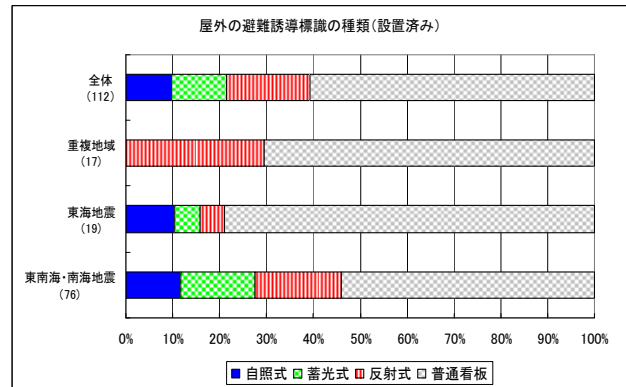


図 3.2.25 設置済み屋外誘導標識の種類

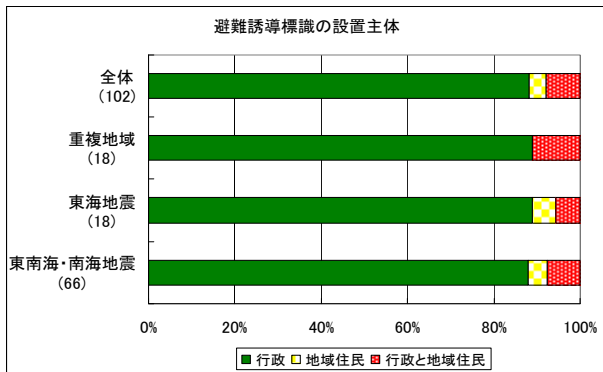


図 3.2.26 屋外避難誘導標識の設置主体

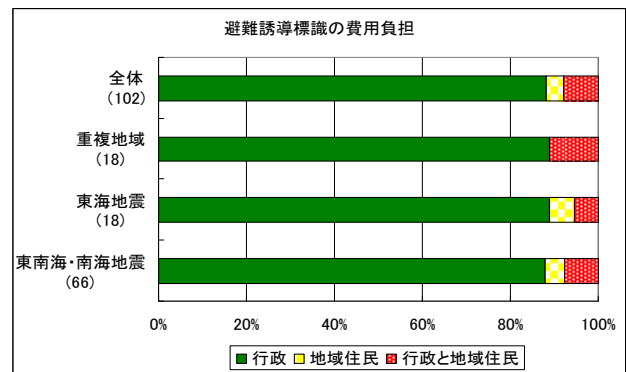


図 3.2.27 屋外避難誘導標識の設置費用負担

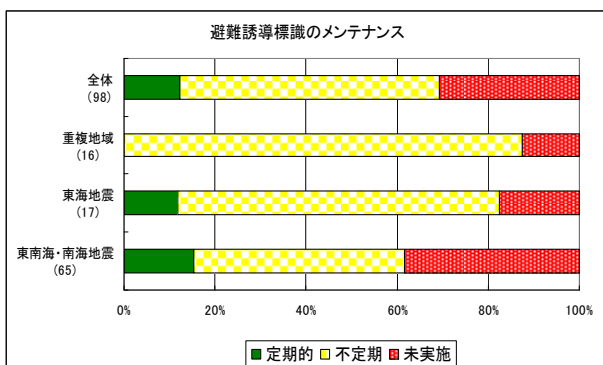


図 3.2.28 屋外避難誘導標識のメンテナンス

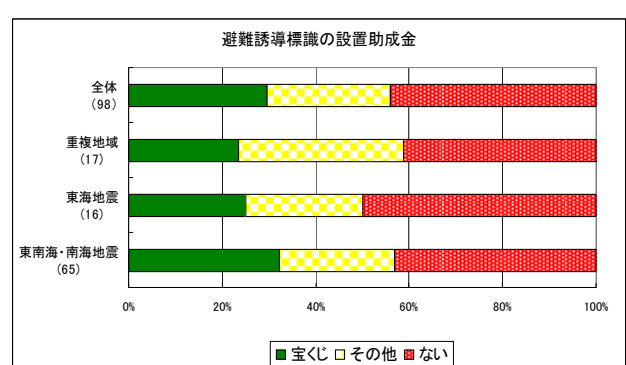


図 3.2.29 屋外避難誘導標識の設置助成金

3.2.8 屋外の避難誘導灯の設置について

屋外の避難誘導灯についても停電対応の街路灯と同様に、夜間の停電を想定した設備は10数%と設置が進んでない(図3.2.30)。その理由としては費用面が考えられる。設置されている誘導灯としてはLEDを用いたものが多くなっている。設置主体、費用負担では屋外の避難誘導標識と同じように、行政主体でメンテナンスもほとんどされていないというのが現状である(図3.2.31)。

街路灯、誘導標識、案内地図のいずれのメンテナンスも定期的な実施は少なく、不定期ないしは実施せずの自治体が多く、設置されていても機能低下しているものが多いと推測される。とりわけ、津波被害が想定される海岸部では塩害による劣化と機能低下が懸念される。

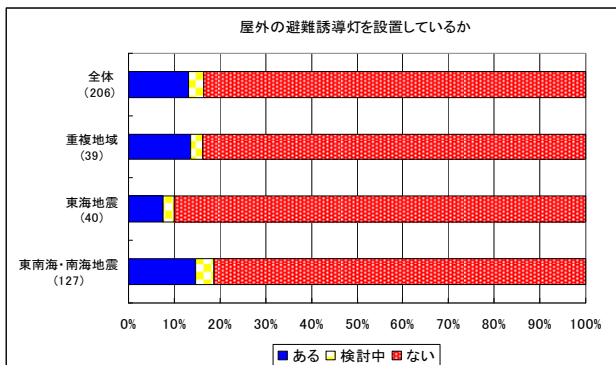


図 3.2.30 屋外誘導灯の設置の有無

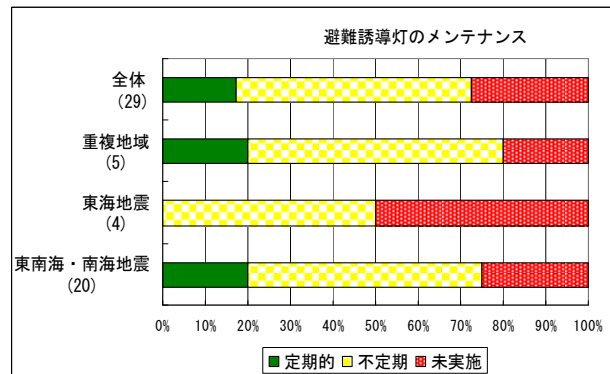


図 3.2.31 屋外誘導灯のメンテナンス頻度

3.2.9 避難経路、避難場所を示した案内図の設置について

避難案内図は50%弱の設置率となっている(図3.2.32)。避難誘導標識同様に普通看板での設置がほとんどである(図3.2.33)。設置済み案内図においては自照式の案内図はないが、検討中を含む案内図の種類では、自照式のものもふくまれており、これから整備が進むものと予想される(図3.2.34)。

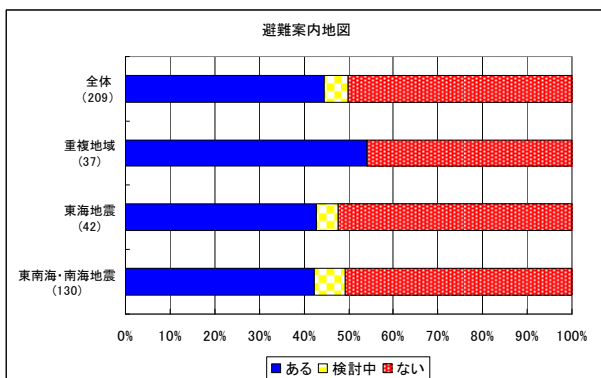


図 3.2.32 避難場所案内図の設置

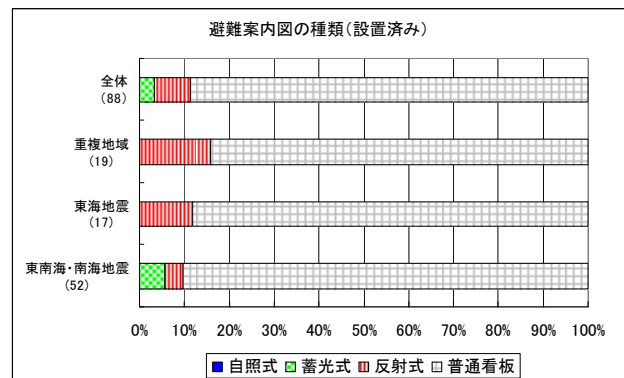


図 3.2.33 設置済み避難場所案内図の種類

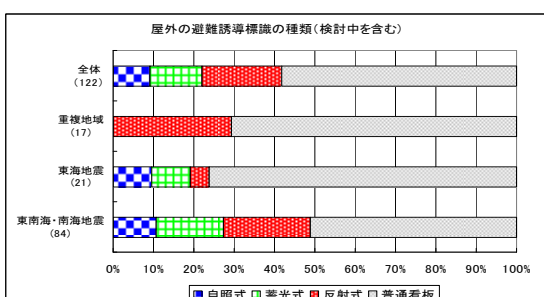


図 3.2.34 設置検討中の避難場所案内図の種類

3.2.10 災害時の照明の確保に関する地方自治体の要望について

自由記述欄に記載された、防災担当者の意見、要望を以下に示す。

- ・ 夜間、停電時に発生した場合、避難誘導が困難になると考えられる。また、避難所における初期段階の電源確保も重要だと考えられる。
- ・ 基本的に道路の街路灯、防犯灯の整備は行っているが、災害を想定した整備していない。
- ・ 財政が大変厳しいので単独での整備は不可能である。今後、国等の補助（補助率が高いメニューがあれば）検討していきたい。
- ・ 地震による停電、又、防犯灯としてソーラー発電を備えた街灯を検討していきたい。
- ・ 光には人を安心させる効果があると思います。各役場においての状況把握の為、アンケートの集計後、結果の送付をお願いします。
- ・ 避難経路、避難場所へのソーラー式外灯は、今後増やしていく必要があると考える
- ・ ソーラー等、自然エネルギーを利用した照明を多く取り付けたいがコスト面が非常に高いため見合わせている。安価になれば良いと思う。
- ・ 自主防災組織が保守・管理できるような、簡単な仕組みの避難誘導灯が欲しい。（ex. 乾電池で点灯する誘導灯） 平常時はランタン or 外路灯として使用し、災害時にはそれを持って避難できるコンパクトな非常灯が欲しい。
- ・ 山間地で住宅地も点在しており、現状では厳しい状況にある。防犯灯などより安価に設置できるのであれば検討していきたい。
- ・ 必要とは感じているものの、高値の為、購入まで目処がたたない。費用の削減を望む
- ・ 今後の重要検討課題として取り組んでいきたい。
- ・ 屋外防災照明設備は、防災面だけでなく、地域安全面においても必要であると考えているが、財政状況が厳しく予算確保が難しい現状である。自然エネルギー利用の街路灯のコストダウン化を図っていただきたい。
- ・ 枕元への懐中電灯（発電式）をそなえることを推進していく。道は自分で把握している。
- ・ 避難場所に発電機、投光機の整備を進めているが、村単独事業にての整備のため充足率が低く、補助事業の必要性を感じる

3.2.11 予算、防災部門を担当している職員数について

総防災関係予算は各自治体によって 50 万円～数億円など、かなり差がみられる。町村より大きな市の方が、予算が多い傾向にある。通常業務として防災部門を担当している職員数では、1～5人と回答した自治体が多かった。人口の大きな市では 10 人以上の場合もある。小さな市では、他の業務と兼任しているとの回答が目立った。

3.3 まとめ

災害時の照明の確保に関して、地方自治体として対策の必要性は理解しているが、法制化されていないために予算措置が困難、また、それらの照明設備に関する情報がない、同一県内の自治体であっても誘導灯の形式や誘導標識の表記内容、設置方法・場所などの調整がされていないことなど、整備の裏付となる夜間避難時の明かりの確保に関する設置のガイドラインや法的根拠が存在しないことの影響が明らかになった。また、防災関係予算や担当職員数は自治体によって相当な差があり、防災対策の地域格差が拡大していることがわかった。

参考文献 1) 中央防災会議：東南海・南海地震に関する専門調査会（第 14 回）（2003）

（文責：土井）

4. 住民避難に対する夜間対策の現状

'!\$`

'!\$!\$`

高い確率で発生することが予想されている東南海・南海地震では、揺れや津波、火災、崖崩れなどによって死者 17800 人という多数の人的被害が出るのが想定されており、2005 年の中央防災会議では 10 年間で約 8600 人被害者数を縮小するべく様々な取り組みが行われている¹⁾。しかしこれらの予想は午前 5 時に地震が発生した場合を想定しており、もし発生時刻が夜間の場合は地震による広域停電に伴い避難や救助活動が困難になり、被害が増加することが予想される。特に津波被害予測が大きい地域では、夜間でも迅速な避難行動が取れるような対策が重要である。内閣府では東南海・南海地震で震度 6 弱以上、津波高 3m（又は浸水深 2m）以上で海岸堤防が低い 403 市町村を防災対策推進地域に指定し（H18.04 現在）、重点的に対策に取り組んでいる。そこで防災対策推進地域の中でも特に津波被害予測が大きい高知県（高知市・室戸市：視察時期 H18 年 12 月）・徳島県（美波町：H18 年 12 月）・和歌山県（串本町・御坊市・広川町：H19 年 03 月）・静岡県（静岡市・沼津市・焼津市：H19 年 11 月）を視察し夜間対策の現状を調査した。視察した地方自治体を図 4.1.1 に示す。

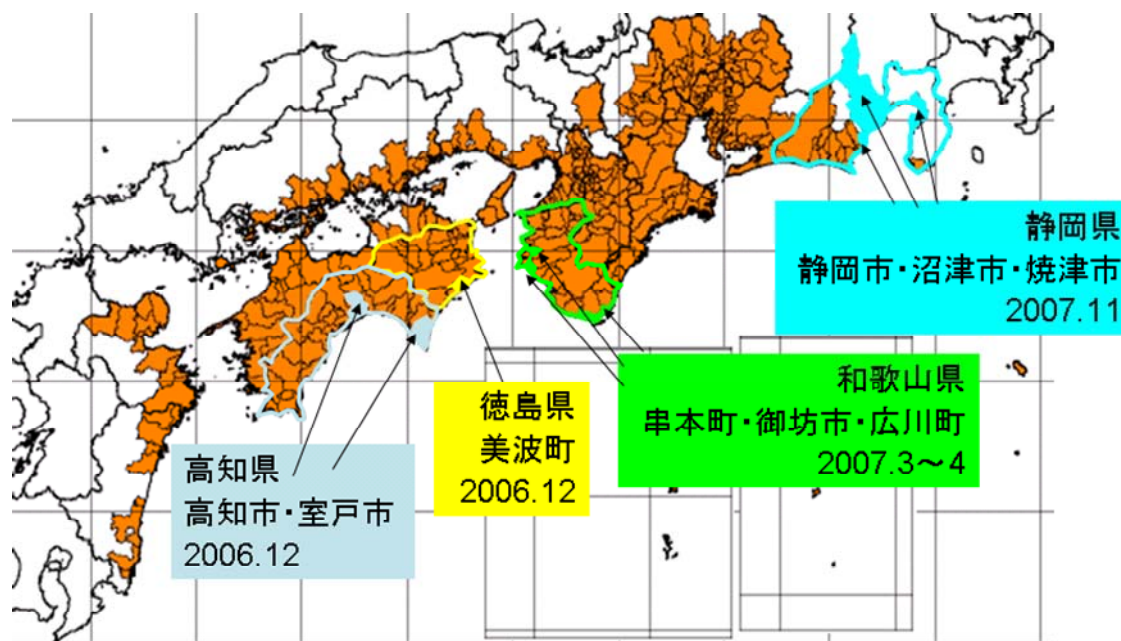


図 4.1.1 行政視察を行った地方自治体

'!\$!%

地方自治体が取り組む住民避難における夜間対策には、避難路の視認性確保や避難地への誘導のための照明器具や標識といったハード面の整備と、地域の防災力を向上するための夜間避難訓練の実施・指導といったソフト面の整備が考えられる。行政ヒアリングはこれら項目の整備状況について行った。

①ハード面の整備

目的：避難路の視認性確保、避難地への誘導、避難地の灯り、住宅の非常灯確保
災害情報の迅速な伝達

項目：バッテリー内蔵型(UPS 付) やソーラー式照明灯の整備
蓄光材料の利用（蓄光型標識など）

防災グッズ懐中電灯所持の指導
情報伝達手段の整備

②ソフト面の整備

目的：夜間の視認性低下への理解、地域の防災力の向上、災害弱者の避難援助
災害状況の適切な把握

項目：夜間非難訓練の実施、自主防災組織の育成、防災教育の充実
ハザードマップの作成

『!\$!&

高知県下全域ではソフト面の充実に重視した防災対策を取っており、子供に人気のキャラクターデザイン作家による防災キャラクターを設定し、パンフレット各種や防災教育に活用している（図 4.1.2）。また防災の日による県下一斉の防災訓練の実施の推進を行っているが、夜間を対象とした訓練は指導しておらず、夜間対策としてのハード面の整備指導も行っていない。

室戸市では、避難地へのソーラー式誘導灯を市内 5 地区に 17 台設置し、さらに市内に 2000 台以上設置されている防犯用の照明灯に蓄光シールを取り付けている。誘導灯のサビ対策が重要な課題である。 海拔高さに基づく避難経路マップの作成（図 4.1.3）など自主防災組織の活動も活発だが、夜間の避難訓練は実施しておらず、高齢者などの災害弱者の救助も今後の課題である。



図 4.1.2 高知県防災パンフレット



図 4.1.3 室戸市防災マップ

高知市では、白色LEDを利用したソーラー式照明灯（図 4.1.4：光源輝度 1.4cd/m²）で避難経路の入り口や途中に目印として設置している。また避難地の方向を示す蓄光型誘導標識を道路面や（図 4.1.5 下：背景部分が蓄光材）道路標識のポール等（図 4.1.5 上：矢印部分が蓄光材）に設置している。避難経路にある手すりには赤黄青の蛍光テープ（図 4.1.6）を連続的に貼り付け、避難地への誘導効果を高めている。市にある津波災害想定区域を 5 地区に区分し、年 1 回持ち回り制で夜間避難訓練を実施している。訓練時には地区にある街灯や自動販売機の照明は全て消灯させ、住民は自分の避難時に足下を照射するためと、後述の避難者に向けて避難方向を示すために避難経路に置いていく目的で懐中電灯を 2 つ持参するように指導している。また高齢者も 30 分以内に浸水域から避難可能であることを確認している。高知市では県の防災キャラクターを標識に利用し、小学校でゲーム形式避難マップを作成する等（図 4.1.7）、防災教育に活用している。



図 4.1.4 ソーラー式照明灯



図 4.1.5 蓄光型誘導標識



図 4.1.6 蛍光テープ

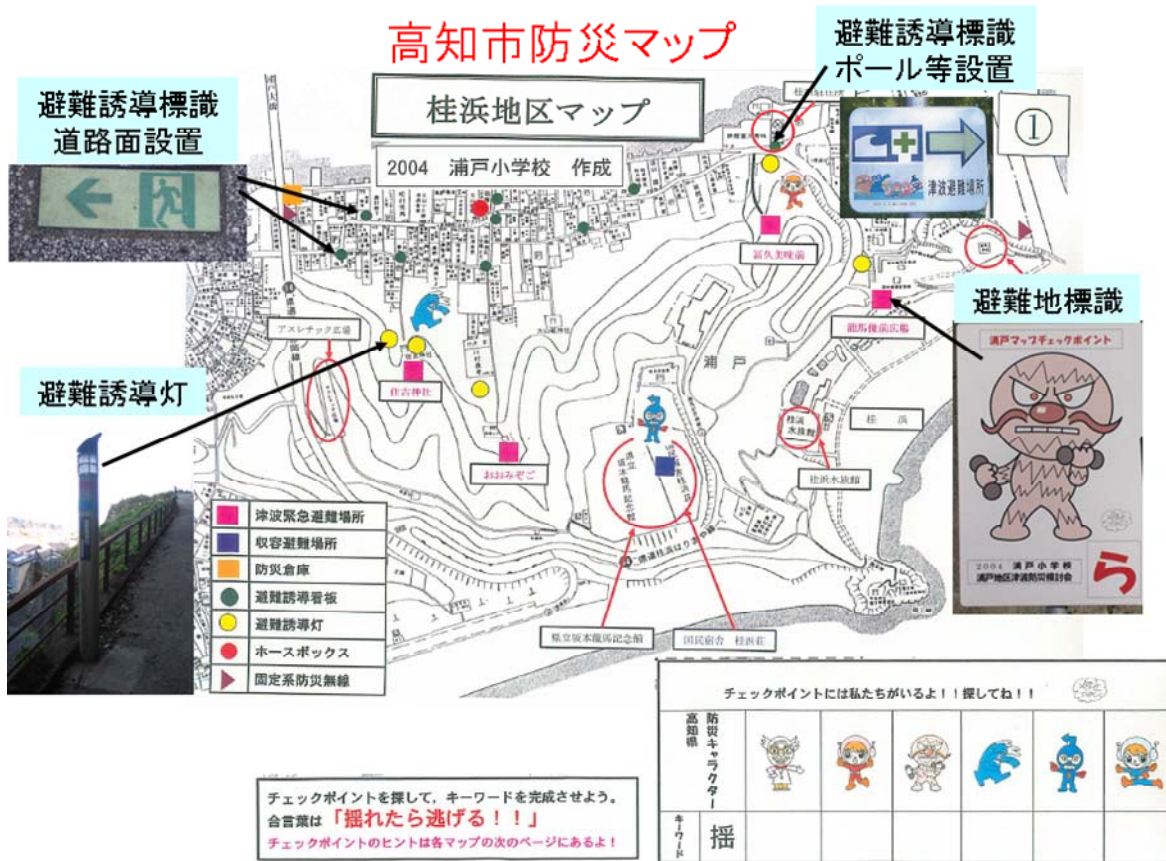


図 4.1.7 高知市防災マップ

'!\$!'

美波町では、避難地へソーラー式誘導標識（図 4.1.8）を 11 本避難経路に設置している。また防犯用も兼ねたUPS付照明灯（停電後 8 時間点灯）36 基、ソーラー式照明灯 2 基（図 4.1.9：光源輝度 4500cd/m²、白色LED利用）を避難地や津波タワーに設置している。蓄光型誘導標識（図 4.1.10：背景部分が蓄光材）や蓄光型避難所案内図（図 4.1.11：避難経路と避難地が蓄光材）も多

数設置しているが、2006年の台風時に停電が生じた時、蓄光型標識等の確認が難しかったとの住民の意見が寄せられていた。図4.1.12に美波町避難経路における避難誘導標識の設置状況を示すが、ほぼ全ての交差点電柱に取り付けられていることがわかる。美波町では町民の防災意識が非常に高く、津波高さ（青シール＝昭和南海地震の実測値、赤シール＝次の南海地震の予測値）を町の指導の元で住民自ら電柱やビル・石段等に貼付け表示している（図4.1.13）。全世帯に手動発電式LED防犯ライトが配布されているが、これは町村合併50周年の記念品として住民からの要望によって配布が決まったものである。防災の日と4/3（浜節句・ひなん祭り）の年2回避難訓練は実施しているが、夜間の避難訓練は行っていない。



図4.1.8 ソーラー式誘導灯



図4.1.9 ソーラー式照明灯



図4.1.10 蓄光型誘導標識



図4.1.11 蓄光型避難場所案内図



図4.1.13 津波高さ表示シール

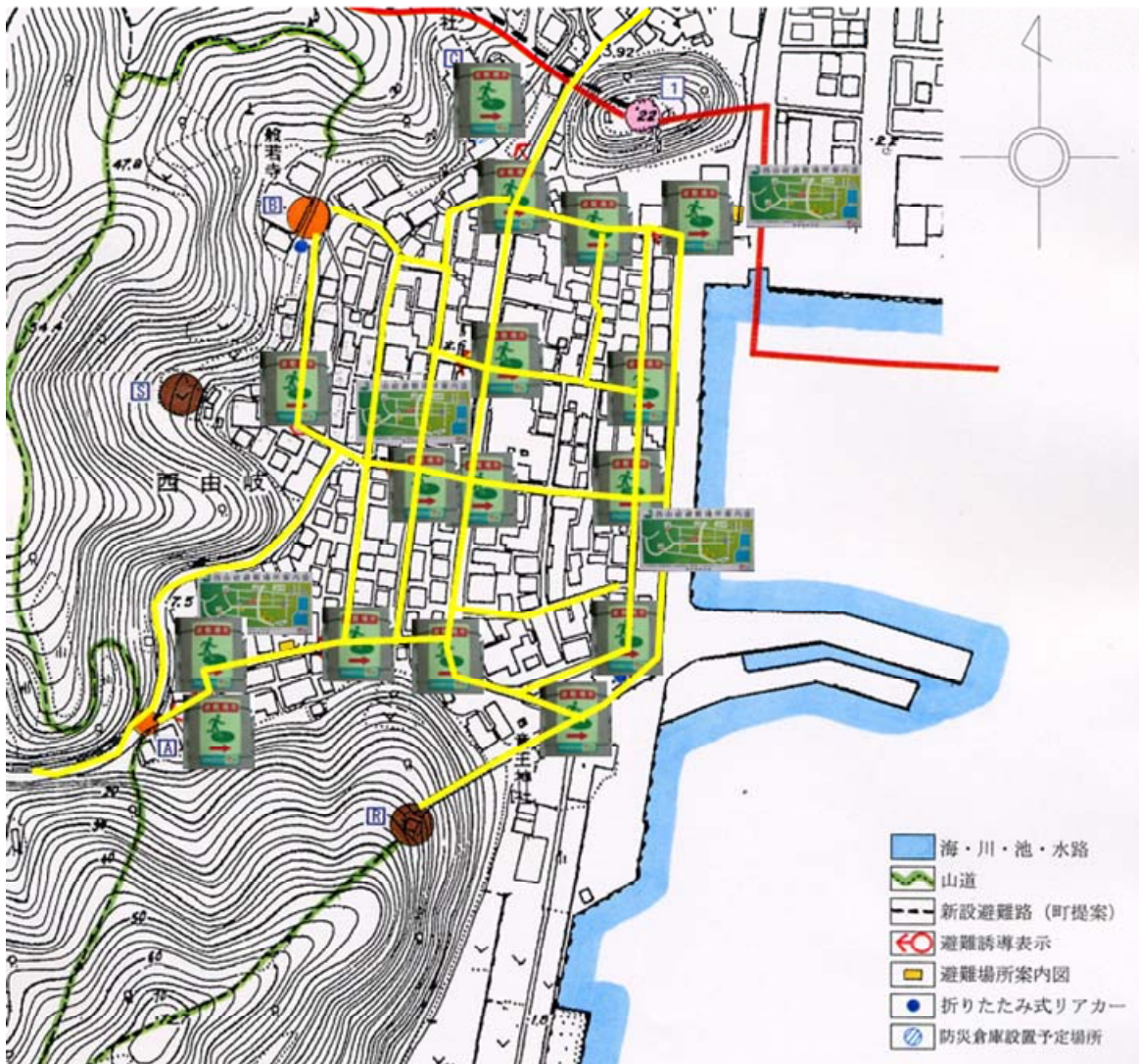


図 4.1.12 美波町避難経路における避難誘導標識の設置状況

『!\$! (

和歌山県でも防災の日による県下一斉の防災訓練の実施の推進を行っているが、夜間を対象とした訓練は指導しておらず、夜間対策としてのハード面の整備指導も行っていない。図 4.1.14 に示す、津波避難を図示した避難場所標識を、今後県下全域でデザイン統一する予定である。

串本町では、重点避難路に UPS 付照明灯（図 4.1.15：停電後 2 時間点灯）やソーラー式誘導標識（図 4.1.8 と同様のタイプ）を、津波タワーに埋設型自発光タイルを設置している。海拔高さを表示した標識（図 4.1.16）を、電柱などに多数設置している。しかし避難場所で夜間停電時の照明対策は行っていない。夜間の避難訓練は行っていないが、住民の津波避難への意識は非常に高く、高台への避難時間を短縮するため、住民自ら山道を整備して避難経路を作成する活動などを行っており、平成 14 年 10 月に完成した大水崎区避難路では第 8 回防災まちづくり大賞総務大臣賞を受賞している。串本町では津波の第 1 波が 6 分で到着し、県庁からの防災無線では地震発生後 4 分要するため、串本町消防独自に体感震度 3 以上で警戒警報を発令することになっている。

御坊市では、H18 年度から津波避難誘導灯に積極的に取り組んでおり、ソーラー式エッジポインタ（図 4.1.17：光源輝度 15cd/m^2 ）を歩道 20m 間隔に 397 基、ソーラー式避難誘導標（図 4.1.18）を電柱に 185 基を試験的に塩屋地区に設置し、その連続的な誘導効果を確認しており価格も安価なため（取付費用を含めてエッジポインタが 6000 円程度、避難誘導標が 15000 円程度）今後広範

囲に整備する予定である。津波第1～3波を記載した津波避難場所案内図（図4.1.19）を宝くじ支援事業で設置し、国道には青色蛍光テープで浸水箇所を示しているが、蓄光型の標識は設置していない。海拔表示（図4.1.20）は電柱などに多数設置している。避難場所には1灯のみソーラー式照明灯が設置されている。夜間の避難訓練は行っていないが、ハザードマップ上の避難経路は住民が選定しており、住民の防災意識は高い。

広川町では、和歌山県主催で「稲むらの火誘導灯」コンテストを実施し、震度5以上でLEDが点滅しサイレンが5分間鳴る風力・ソーラー発電併用タイプの優勝作品（図4.1.21）をH19年時点で12基設置している。UPS付照明灯は町内に50基ある。避難場所案内図は海岸に1基のみ設置し、誘導標識（図4.1.22）はH19年度から100基設置計画されているが、何れも蓄光型ではない。海拔表示は数カ所の電柱に設置されている（図4.1.23）。夜間の避難訓練は行っていない。



図 4.1.14 避難場所標識



図 4.1.15 UPS付照明灯



図 4.1.16 海拔表示



図 4.1.17 ソーラー式エッジポインタ



図 4.1.18 ソーラー式避難誘導標



図 4.1.19 避難場所案内図



図 4.1.20 海拔表示



図 4.1.21 稲むらの火誘導灯



図 4.1.22 誘導標識



図 4.1.23 海拔表示

‘!\$!)~

静岡県ではソーラー式誘導灯や蓄光型標識の設置などのハード面の整備指導を特に行っておらず、宝くじ支援事業では標識や誘導灯を作成していない。蓄光型誘導標識の整備は2007年以降から検討する予定だが、設置基準がないため、道路標識の充実の方が優先される傾向にある。静岡県では年3回の避難訓練を実施している（7/1～10の津波対策強化週間、防災の日、12月第1日曜の地域防災の日）。特に地域防災の日では、県教育委員会が中心となって約6万人の高校生が参加しており、防災教育としてカリキュラム化されている。ただし夜間を対象とした訓練は指導していない。観光名所の多い伊豆半島では、観光客対策が充実しており、防災備品数は住民と観光客合わせた分を準備している。このように防災教育などソフト面の指導を十分に行っているが、住民には行政側のサポートに頼るのでなく、災害発生から3日間は救援が期待できないものと想定して自宅待機避難を行うよう、自主防災組織毎に具体的な対策や備蓄を考えていくように指導している。住民に配布している災害時対応のマウスパッドを図4.1.24に示す。

3秒
地震だ!
落ち着け!
身を守れ!
火を消せ!
玄関をあけろ!

1分~2分
揺れがおさまった
津波、山・崖崩れの
危険が予想される地域
はすぐ避難
火元を確認!
家族は大丈夫か!
靴を履く!
非常持出し品!

3分
みんな無事か?
近くに火は?
大声で知らせろ!
消火器を使え!
バケツリレーだ!
余震に注意!

5分~10分
ラジオをつけろ! デマにまどわされるな!
市町村、自主防の情報を確認!
電話はなるべく使わない! 緊急連絡を優先!
避難のときは
ガス栓を閉めろ! プレーカーを切れ!
車で逃げるな!
ブロック塀の倒壊、自動販売機の転倒、
看板やガラスの落下、がれきに注意!
行き先メモを玄関に! 子供を学校等へ迎えに!

**自らの命は
自ら守る
自らの地域は
皆で守る**

**避難生活に
なったら
3ヶ条**
自主防を中心に!
ルールを守れ!
助け合おう!
災害弱者に心づかい!

~3日
生活必需品は備蓄で
まかなえ!
水・食料・ラジオ・
ライト・常備薬など
市町村広報に注意!
こわれた家に入るな!
無理はやめよう!
がまんと助け合い!

**10分~
数時間**
みんなで消火活動!
みんなで救出活動!
消火・救出が難しい
ときは消防署等へ
連絡!
簡単な手当ては
自分で!

11月は地震防災強化月間 / 12月第1日曜日は地域防災訓練に参加
<http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/> 静岡県防災局

図 4.1.24 避難対応を示し住民へ配布しているマウスパッド

静岡市では、防波堤や無線通信設備の整備が重点課題とされ、防波堤の整備は完了している。ハード面の夜間対策の必要性は行政側も認識しているものの積極的に行っていない。非常電源は自主防災組織単位で一部整備されているが、その確保状況は把握していない。現在、避難誘導標識（図4.1.25、図4.1.26）などにソーラー式照明灯や蓄光材を利用しておらず、設置予定もない。避難訓練は自主防災組織中心に夜間も実施しているが、街灯等は通常の点灯状態で行っている。



図 4. 1. 25 避難警告標識 (右図は津波避難用通路)

図 4. 1. 26 避難ビル標識

沼津市では、津波避難に関して、津波警告看板 (図 4.1.27)、津波避難誘導看板 (図 4.1.28)、海拔表示板 (図 4.1.29)、津波緊急避難協力所表示板 (図 4.1.30)、津波避難経路図表示板 (図 4.1.31) の 5 種の標識を設置しているが、いずれも蓄光型ではない。急傾斜地の避難階段など津波避難経路整備に伴い風力・ソーラー発電併用照明灯 (図 4.1.32) を随時設置している。ソーラー式の点滅型足下灯 (図 4.1.33) を階段に試験的に設置している場所もあるが、視認性の観点から見て改善すべき点もある。防災担当者の夜間作業状況の把握を目的として夜間避難訓練が行われているが、安全に配慮して投光器などを用いた十分明るい環境にしている。



図 4. 1. 27 津波警告看板

図 4. 1. 28 津波避難 誘導看板

図 4. 1. 29 海拔 表示板

図 4. 1. 30 津波緊急避難 協力所表示板



図 4. 1. 31 津波避難経路図表示板

図 4. 1. 32 風力ソーラー併用照明灯

図 4. 1. 33 点滅型足下灯

焼津市では、まちづくり交付金事業として風力・ソーラー発電併用照明灯（図 4.1.34）を 200 基、蓄光型避難地標識を 100 基設置している。また津波緊急避難施設 1 棟につき UPS 付照明灯（図 4.1.35）を 6 基設置している。小学校などの避難地にソーラー式照明付標識（図 4.1.36）を試験的に 1 基設置したが、光量不足の問題がある。津波避難ビル標識（図 4.1.37）も多数設置しているが、蓄光型ではない。夜間の避難訓練は自主防災組織中心に実施しているが、街灯等は通常の点灯状態で行っている。



図 4.1.34 風力ソーラー併用照明灯



図 4.1.35 津波緊急避難施設と UPS 付照明灯



図 4.1.36 ソーラー式照明付標識



図 4.1.37 津波避難ビル標識

1) http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku_nankai/nankai_top.html、内閣府ホームページ、東南海・南海地震対策の概要

（文責:秋月）

4.2 防災公園の例

ここでは、防災設備の視察を行った、東京都立水元公園の防災照明機器について紹介する。水元公園は、都内唯一の水郷地帯に造られ、昭和40年に開園された。公園の面積は約76万平方メートルで、東京ドーム16個分の広さである。現在では災害時の避難場所として指定され、避難誘導設備の整備を行っている。

設備の概要は、災害時のライフライン寸断による停電を想定して、一般電源を不要とした太陽電池式とし、光源は低消費電力と長寿命のLEDを採用している。

4.2.1 公園入口表示灯

緊急車両用の公園出入口や駐車場を表示し、照明方式は導光板を採用している。

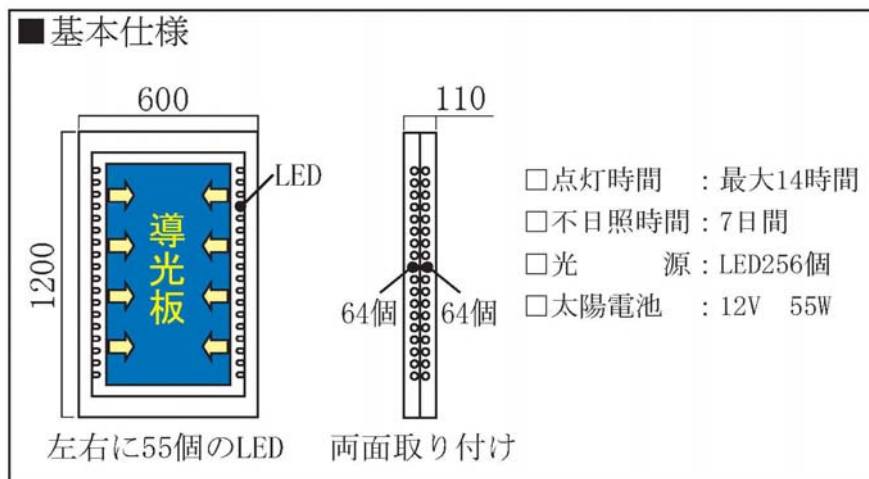


図 4.2.1 公園入口表示灯

4.2.2 案内板照明灯

公園の案内板をLED照明器具で照らしている。



■基本仕様

- 点灯時間 : 最大14時間
- 不日照日数 : 7日間
- 光源 : LED180個
- 太陽電池 : DC12V用

図 4.2.2 案内板照明灯

4.2.3 補助誘導灯

災害時に一般電源が遮断され街路灯が消灯しても補助誘導灯が点灯し、緊急車両等を誘導する。

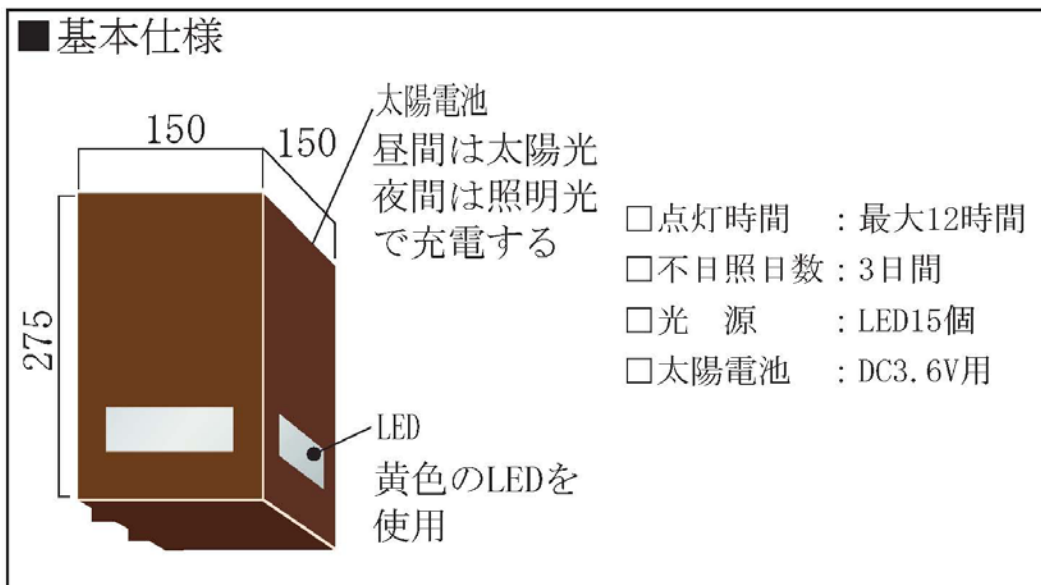


図 4.2.3 補助誘導灯

4.2.4 全体配置図

公園全体の配置図を示す。公園中央には避難エリアや緊急時ヘリポート対応の駐車場も整備し、公園入口表示灯 10 基、補助誘導灯 26 基、案内板照明灯 5 基が設置されている。

■配置状況

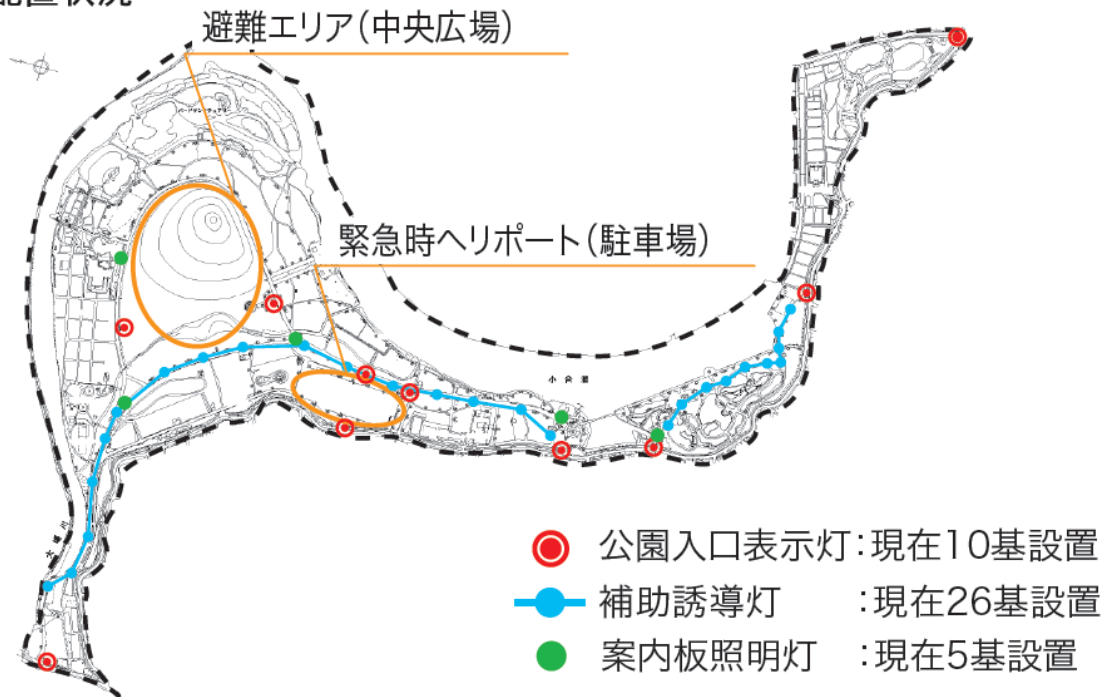


図 4.2.4 全体配置図

(文責：松本)

4.3 夜間対策における問題点

前述の通り、どの地方自治体もソフト・ハードの両方若しくは片方について災害時の住民避難における夜間対策に独自の工夫を凝らしているが、問題点や課題も多く存在する。行政ヒアリングにおいて抽出した問題点を以下に挙げる。

- 1) 行政担当者は夜間避難時の誘導灯・標識の効果をあまり期待していない
- 2) 誘導灯や標識の設置基準や法的規制が無いので、予算が獲得しにくく、整備が後回しにされやすい
- 3) 道路標識は設置高さ 2.5m 又は 5m であるので、避難者を対象とした誘導標識の設置場所になりにくい
- 4) 国道へ避難用照明を設置するには、管轄が異なるため容易ではなく、またドライバーの安全面の確認がまず要求される
- 5) 電柱への誘導灯の取付位置は道交法の関係で路面から 2m 以上となっており、光量が少ない器具の場合は目立ちにくく効果が期待できない
- 6) ソーラー式照明灯はバッテリーの寿命（5 年程度）が短く、維持管理が困難である
- 7) 夜間の避難訓練は災害時の完全に停電した状態を設定しにくく、訓練時の安全確保も困難である。

また、行政担当者から屋外防災照明に対して次の要望もあった。

- 8) 防犯灯を災害時の非常照明として活用したい。既設防犯灯に蓄電池を後付けできるタイプが利用しやすい
- 9) できるだけ安価な設備が良い（価格は 1 基当たり 2～3 万円程度が望ましい）
- 10) 地震の揺れに感知して点灯する誘導灯があれば利用したい

屋外防災照明は防災対策として必須の整備項目ではないため予算が限られてしまい、一方でバッテリー交換など維持管理が困難であるので、自治体間での整備状況は大きく異なっている。災害時の夜間対策を充実させるためには、想定される災害の被害や危険度に応じた整備モデルや、現状を把握するためのチェックリストを作成するなど、照明学会として早急に取り組むべき課題は多い。

（文責：秋月）

5. 屋外防災照明の設備の諸条件の検討

5.1 明るさの確保と誘導性

5.1.1 明るさの確保

避難経路の照明には、避難行動を妨げる障害物を判別し、それを避けて行動できる明るさが求められる。避難路の明るさは避難者の歩行速度に影響を与えると考えられている。そのため、歩行路面の水平面照度と歩行速度の関係、心理状態等の検討が行われてきた¹⁾⁵⁾。

また、急激な高齢化に伴い高齢者の視認機能の低下を考慮した検討も行われるようになってきた。高齢者が障害物を視認するには静止条件で 1.0lx 以上、歩行中では 0.6lx 以上必要との報告もある⁶⁾。さらに、避難者の視認能力の観点から歩行速度への影の検討から視認性に基づいた避難行動や心理状態の予測手法が提案されている⁷⁾。

屋外の実空間の避難において広域停電により天空漏れ光がなくなる条件では、これら室内実験における知見が有効なものと考えられ、月明かりや種々の光源が点灯しているような状態では、不均一背景輝度における検討が求められる。

一方、照明学会関西支部阪神・淡路大震災調査研究委員会では、避難行動時の歩行速度への障害物の影響について、建築センターの防災評定用の避難計算方法を用いて、在室者の自力避難能力の程度、被害状況の大小によって避難速度に低減率を乗じて検討した結果、10階建てオフィスビルにおいて在室者が健常で避難時の標準歩行速度 1.0m/s とした場合の最長避難時間約 321 秒に対して、在室者が負傷などして自力避難できない要介助の条件であっても、最大約 710 秒で在室者全員の避難が完了するとの報告を行っている⁸⁾。この最大所要時間は現行の非常照明、誘導灯の法定点灯時間で十分対応できるものといえる。また、同報告は在室者全員が避難するための所要時間は必ずしも歩行速度に比例せず、毎秒 0.5m 以上になると標準歩行速度時の所要時間との差はないとしている。

さらに、同委員会では障害物を配置した模擬街路における避難実験を実施し、障害物の大きさ、障害物と路面との輝度対比、路面照度をパラメータに以下の検討を行っている⁸⁾。

- ・障害物の弁別最小距離の検討
- ・障害物が避けての所用歩行時間の検討
- ・安全歩行にとって明るさが十分か否かの主観評価

その結果、障害物の視認性からは 0.1~0.3lx の照度が必要であり、心理的には 0.3lx の照度が必要であるとしている。

以上から、屋外避難では室内での火災時の避難に必要なレベルの明るさは必要でないことがわかる。

5.1.2 誘導性

避難行動を円滑にするためには避難方向を示す誘導灯や誘導標識が不可欠である。建物内の誘導灯は避難口（非常口）の位置やその方向を示す目的で消防法に基づき設置されている。誘導灯に求められる性能は遠くからでもよく見えることである。これには、見透し距離の大きさと⁹⁾¹¹⁾、背景にあるその他の高輝度光源の影響を受けにくいことが要求される。

標識の誘目性および視認性は、標識の表示面の輝度とその大きさに依存し、誘導灯の誘目性は表示面積と表示面の輝度の積が概ね一定の関係にあることから¹²⁾、高輝度誘導灯が導入されてその大きさも小型化され、建築空間内での設置の自由度が高くなっている。また、光点滅走行避難誘導システムや先行音効果による避難誘導システムが大規模地下街や視聴覚障害者などが利用する施設に設置されるようになってきている。

以上の知見は、主として火災時の避難誘導の観点から検討されてきた結果、得られたものであ

り、誘目性、視認性についての知見が、広域停電下の屋外環境における避難誘導に適用可能かどうかの吟味が必要になっている。

本委員会では、屋外無灯火環境においてLED灯が歩行の手がかり、歩行速度に及ぼす影響について、LED灯の発光面積、発光輝度による歩行速度への影響は認められないが、歩行のしやすさや経路のわかりやすさが向上することから避難時の心理的な効果が期待されることを明らかにしている。さらに蓄光素材による誘導標識も設置間隔によっては、発光面が低輝度であっても、背景輝度が非常に小さくなる広域停電下の環境条件であれば避難誘導に有効であることが示唆される結果を得ている。なお、蓄光素材はISO16069¹³⁾において建物内部での配置方法が規定されているが、屋外については言及されていない。

参考文献

- 1) R.C. Simmons : Illuminance, diversity and disability glare in emergency lighting , Lighting Research and Technology, Vol.7, No. 2, pp.121-132 (1975)
- 2) Wolfgang Jaschinski : Conditions of emergency lighting、 Ergonomics, Vol.25, pp.363-372 (1982)
- 3) T.Jin: Human Behaviour in Fire Smoke, Sfppe Handook of Fire Protection Engnieering, pp.2-42-2-53, Natl. Fire Protection Assn.(2002)
- 4) 北後明彦：煙の中における人間の避難行動実験－避難経路選択および歩行速度に関する実験的研究－、日本建築学会計画系論文報告集、No. 353、pp. 32-38(1985)
- 5) P.R.Boyce: "Movement under emergency lighting : the effect of illuminance", Lighting Research & Technology, Vol.17, No2, pp.51-71(19885)
- 6) 岩井, 齋藤, 小原, 井上, 神 : 非常灯の所要照度への加齢の影響, 照学全大, p.118(1999).
- 7) 秋月有紀、山尾康平、田中哮義 : 様々な光環境下での視認性と歩行速度に関する研究、平成 19 年度 (第 40 回) 照明学会全国大会講演論文集、91 (2007)
- 8) 照明学会関西支部 : 大規模災害と照明 (1997)
- 9) 神忠久 : 煙中の誘導標識の見透し距離について(1)、日本建築学会論文報告集第 182 号、pp. 21-29(1971)
- 10) 神忠久 : 煙中の誘導標識の見透し距離につい(2)、日本建築学会論文報告集第 192 号、pp. 41-46(1972)
- 11) 神忠久 : 煙中の誘導標識の見透し距離につい(3)、日本建築学会論文報告集第 204 号、pp. 47-52(1973)
- 12) 照明学会 : 誘導灯の見え方に関する基礎的調査研究報告書 (そのⅢ) (1987)
- 13) ISO16069 : Graphical symbols- Safety signs-Safety way guidance systems(SWGS) (2004)

(文責 : 土井)

5.2 照明環境の変化に伴う歩行速度と心理状態の予測に関する検討

5.2.1 はじめに

大規模地震が発生すると広範囲に停電が生じ、避難時の視認性が大きく低下する。建物内では非常灯の非常点灯時は直下床面照度 1.0[lx]以上確保することが定められているが、これは歩行空間の床面照度と歩行速度に関する既往研究に基づいている¹⁾。しかし一方、被験者の属性（年齢）が変われば同じ照明下であっても歩行速度が変わる知見もある²⁾。視認性は照明や視対象の状態及び人間の視認能力によって決定されるため、避難環境での歩行速度を予測するためにはこれらを網羅する必要がある。そこで本項では照明環境の変化に伴う歩行速度と心理状態を予測するモデルを構築して、災害時の避難行動予測に対する基礎的資料の作成を目的として検討する。

5.2.2 実験概要

実験空間は高さ 1.77×幅 1.77[m]の大きさで、内装反射率 0.427 の順応室（長さ 5.58[m]）・歩行空間（18.48[m]）・評価室（3.72[m]）の3室からなる。実験空間の概要を図 5.2.1 および図 5.2.2 に示す。順応室と歩行空間の照明は各々調光でき、歩行空間の室中央（歩行位置）の照度分布はほぼ一様である。歩行空間に 3[m]間隔で設置された赤外線センサーで通過時間を自動計測した。また床面とほぼ同等の反射率の大小立方体（一辺 5[cm]と 10[cm]）を歩行空間 1.5[m]間隔に設置し、視認性の手がかかりとした。

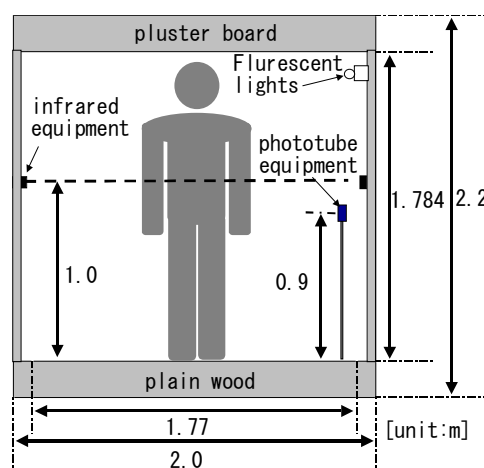


図 5.2.1 : 実験空間（断面図）

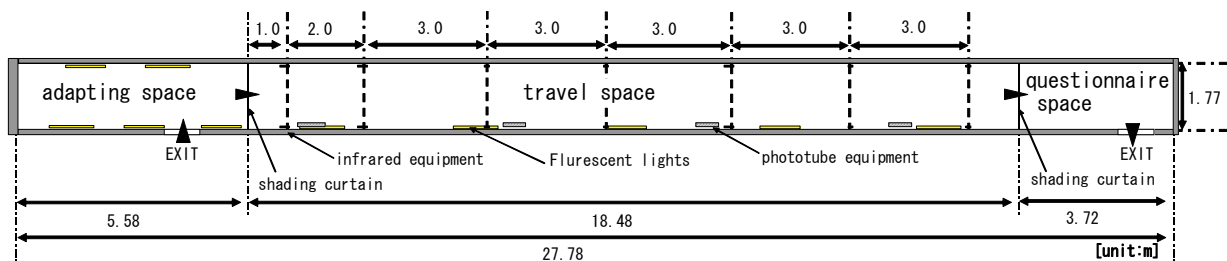


図 5.2.2 : 実験空間（平面図）

歩行空間の床面照度 E_t は 0.03~100[lx]に設定する。被験者の順応状態は、歩行空間の床面照度に完全に順応した定常状態（順応室床面照度 $E_a = E_t$ ）と、順応過渡過程の非定常状態（順応室との照度変化率 $E_a/E_t = 1 \sim 10000$ ）を設定した。順応室での順応時間はいずれも 2.5 分間とし、非定常状態は歩行空間の視認性が悪い 0.03~1[lx]について行った。

5.2.3 歩行空間での視認能力の把握

被験者の視認能力を実験変数とするため、年齢の異なる高齢者 30 名（平均 70.2 ± 3.3 才）と若齢者 30 名（平均 24.9 ± 5.1 才）の被験者で実験を行った。いずれの被験者も健常者であり、歩行運動に支障がない。

歩行時照明環境下での視認能力は、内装反射率 0.93 の均一視野輝度空間で 1.5m 視距離用のランドルト環視力表（輝度対比 $C = 0.94 \cdot$ 背景反射率 0.70）を用いて正答率 0.8 となる視力を採用した。視力測定時の眼の矯正状態は日常生活のままとし、その状態で歩行実験も行った。二つの年齢層における視力測定の結果を図 5.2.3 に示す。プロットは各被験者の結果であり、視力 VA と背景輝度 L の関係には式 5.2.1 の関係が成立する。但し式中の係数 α は各年齢層によって異なる。

なお歩行空間床面と視力表の反射率がそれぞれ異なるので、歩行空間の反射率と設定条件の照度から床面の輝度を換算し、式1で求めた視力を、その条件下での視認能力とした。

$$VA = \alpha \times (\log_{10} L + 1.85) \quad \ominus \alpha_{aged} = 0.17, \alpha_{young} = 0.34 \quad \text{式 5.2.1}$$

但し、VA[-]は視力、L[cd/m²]は背景輝度、 α [-]は年齢に関連する定数

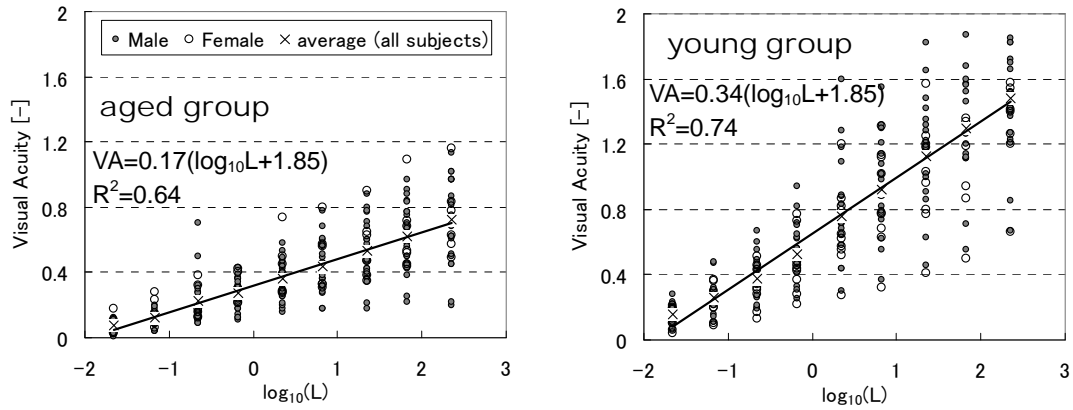


図 5.2.3 : 被験者の視力と背景輝度

5.2.4 定常順応状態での歩行速度の予測

定常順応時は歩行空間の移動距離に対応した歩行速度の変動が見られないので、移動距離毎の結果を平均して年齢層毎に取り扱う。図 5.2.4 に床面照度と歩行速度の関係を示す。特に低照度領域で年齢層による違いが見られ、高齢者の方が若齢者より歩行速度が遅く、既往研究²⁾と同様の結果を示している。式 5.2.1 を用いて歩行空間の視認能力を求め図 5.2.4 の結果を再表現すると(図 5.2.5)、年齢層の違いが一元化できる。定常順応状態での歩行速度 v_o [m/s]と視力 VA の関係は式 5.2.2 で表される。

$$v_o = \begin{cases} 1.56 \times VA^{0.12} & (VA < 0.25) \\ 1.32 & (VA \geq 0.25) \end{cases} \quad \text{式 5.2.2}$$

但し、VA[-]は視力、 v_o [m/s]は定常順応状態での歩行速度

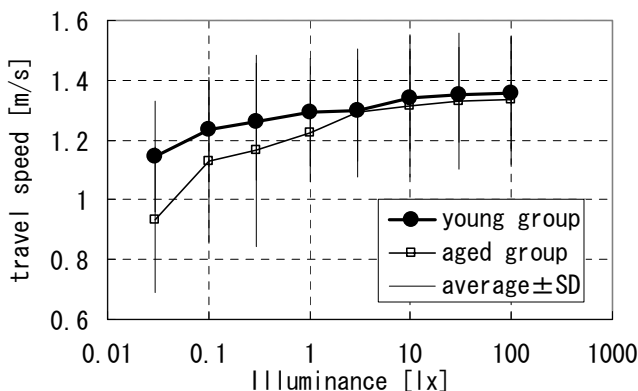


図 5.2.4 : 床面照度と歩行速度

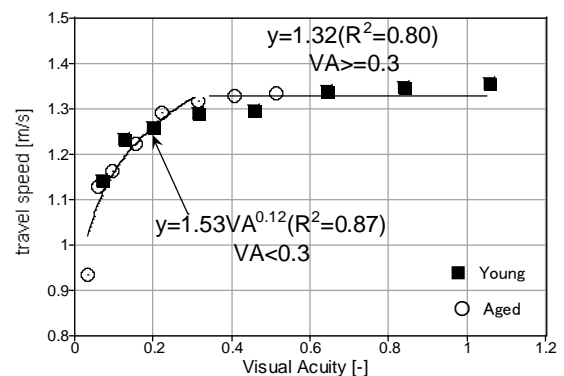


図 5.2.5 : 歩行空間での視力と歩行速度

5.2.5 非定常順応状態での歩行速度の予測

一般に、安定した定常順応時の視認性に比べて、順応過渡過程では視認性が低下し、それは照

明状態の変化が大きいほど顕著になる。定常順応時の歩行速度と視認性の関係には式 5.2.1 が成立したので、非定常順応時の歩行速度も同様に関数化可能であると考えることができる。そこで最も順応の変化が激しい歩行空間入室直後(1~3[m]の区画)の歩行速度に着目し、照明状態の変化と歩行速度の関係を求め図 5.2.6 に示す。図の縦軸は定常順応状態の歩行速度 v_o [m/s]に対する非定常順応状態の歩行速度 v_i [m/s]の比率(順応速度比 $Rv_{adaptation}=v_i/v_o$)であり、プロットは歩行空間の照度 E_t [lx]と順応室照度 E_a との照度変化率 ($RE_{adaptation}=E_a/E_t$)を示す。定常順応状態では順応速度比が1になることに對し、非定常順応状態の順応速度比は、歩行空間の照度が低く順応室との照度変化率が大きいほど低下し、その傾向は視認能力の低い高齢者ほど顕著であった。

式 5.2.1 を用いて歩行空間の視認能力を求め、視力 VA と照度変化率および順応速度比の相互関係を図 5.2.7 に示す。照明環境の変化が小さい $RE_a=10$ では結果のバラツキが大きいが視力に関わらず順応速度比=1 と取り扱えると考えられ、一方 $RE_a=100$ 及び $RE_a=1000$ の時には視力によって順応速度比が低下する傾向が見られる。最終的に式 5.2.3 の関係が成立する。

$$\begin{cases}
 \text{if } VA < 0.25, \\
 Rv_{adaptation} = \frac{v_i}{v_o} = \begin{cases} 1.12^{f(RE_{adaptation})} \times VA^{0.08f(RE_{adaptation})} & (RE_{adaptation} \geq 100) \\ 1 & (RE_{adaptation} < 100) \end{cases} \\
 f(RE_{adaptation}) = \log_{10} RE_{adaptation} - 1 = \log_{10} \frac{E_a}{10 \times E_t} \\
 \text{and if } VA \geq 0.25 \\
 Rv_{adaptation} = 1 \\
 \therefore v_i = \begin{cases} 1.56 \times 1.12^{f(RE_{adaptation})} \times VA^{\{0.08f(RE_{adaptation})+0.12\}} & (RE_{adaptation} \geq 100, VA < 0.25) \\ 1.56 \times VA^{0.12} & (RE_{adaptation} < 100, VA < 0.25) \\ 1.32 & (VA \geq 0.25) \end{cases}
 \end{cases}
 \tag{式 5.2.3}$$

但し、 $VA[-]$ は視力、 E_a [lx]は順応室での床面照度、 E_t [lx]は歩行空間の床面照度、 $RE_{adaptation}[-]$ は照度変化率(= E_a/E_t)、 v_o [m/s]は定常順応状態での歩行速度、 v_i [m/s]は非定常順応状態での歩行速度、 $Rv_{adaptation}[-]$ は順応速度比(= v_i/v_o)

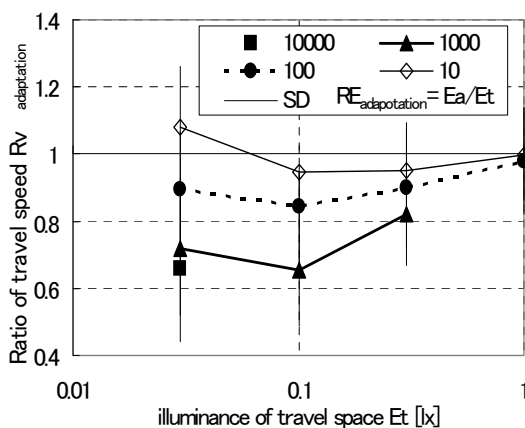


図 5.2.6 : 照明状態の変化と歩行速度 (高齢者)

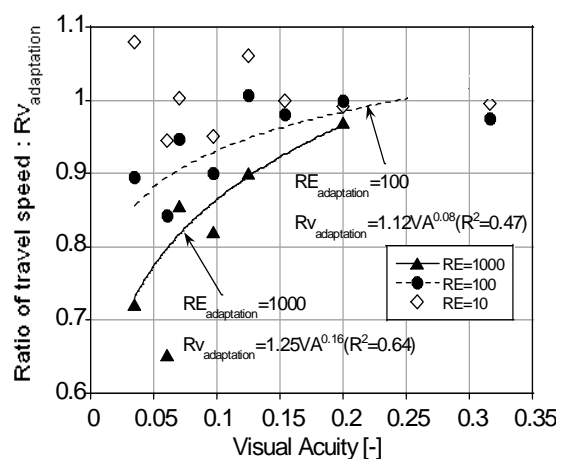


図 5.2.7 : 非定常順応時の視力と歩行速度

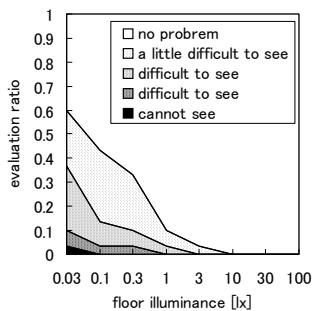
5.2.6 視認性に基づく歩行速度に対応した心理状態の予測

被験者は歩行空間を歩行後、評価室に入って表 5.2.1 に示す各項目に関して該当する評価尺度を一つずつ選択した。図 5.2.8 は、高齢者 30 名の煙がない条件において、表 5.2.1 に示すカテゴリー

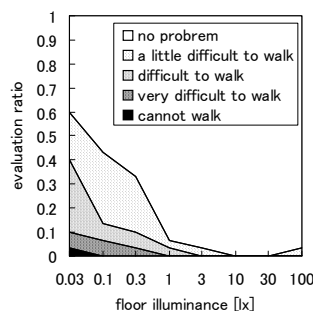
の申告率の変動を示したものである。どの評価も床面照度が高くなるほど、悪い評価の申告率が小さくなり「問題ない No problem」の申告率が増加する。何らかのマイナス評価が感じられる条件を抽出するため、以後の検討では「問題ない No problem」以外の評価の申告率を用いて検討する。

表 5.2.1 : 歩行後の主観評価の項目と尺度

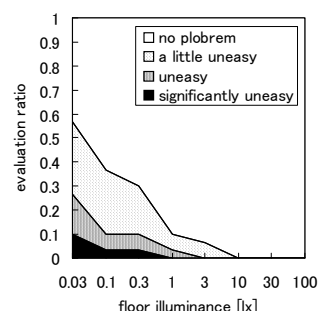
前方の避難経路の見やすさ	歩行しやすさ	歩行時の不安感
問題ない	問題ない	問題ない
やや見にくい	やや歩行しにくい	やや不安だった
かなり見にくい	かなり歩行しにくい	かなり不安だった
殆ど見えない	やっと歩行できる	不安だった
全く見えない	歩行できない	



(1) 避難経路の見やすさ



(2) 歩行しやすさ



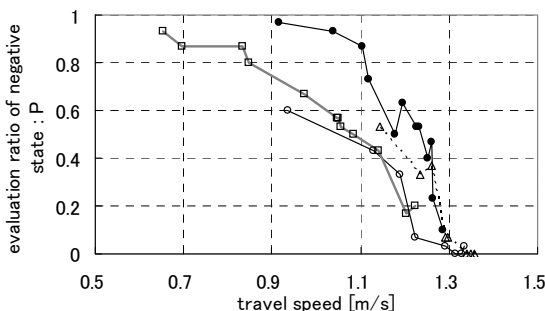
(3) 歩行時の不安感

図 5.2.8 : 非定常順応時の視力と歩行速度

歩行速度と歩行しにくさの関係について、今回検討した実験条件全てについて示したものが図 5.2.9 である。縦軸は歩行しにくさの申告率を示す。図より順応状態や煙の有無に関わらず、歩行速度に心理状態が対応している。他の主観評価についても同様の傾向が認められた。

高齢者の方が同じ歩行速度でも否定的な評価の申告率が低くなる傾向がみられたため、若齢者の結果を用いて歩行速度と各心理評価の関係を図 5.2.10 に示す。同じ歩行速度の場合、評価の申告率は 見にくさ > 歩きにくさ > 不安感 の順になり、また歩行速度 v と各評価の申告率 P には式 5.2.4 の関係が成立する。

$$P = \begin{cases} k_1 - 2.2v & (v < k_2) \\ 1 & (v \geq k_2) \end{cases} \quad \text{式 5.2.4}$$



	aged	young
complete adaptation	○	●
incomplete adaptation	□	■

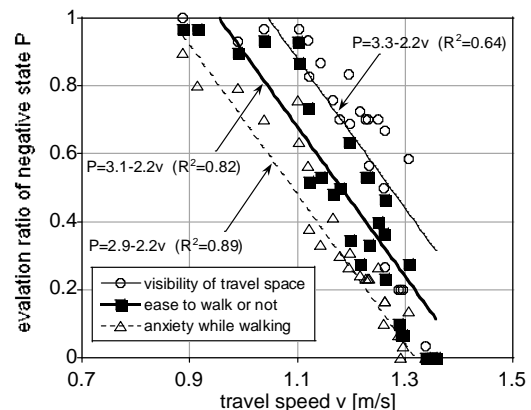


図 5.2.9 : 歩行しにくさの申告率と歩行速度 図 5.2.10 : 歩行速度と心理評価の関係

各評価の k_1 の係数は図中に示す。各評価が飽和する歩行速度 k_2 は見やすさ 1.05[m/s]、歩行しやすさ 0.95[m/s]、不安感 0.86[m/s]である。その歩行速度以下になると避難者全員が何らかの心理的ストレスを感じるので、できるだけ潤滑に避難行動するためには避難経路に十分な視認性を確保する必要がある。

5.2.7 視認性に基づく避難者行動の予測モデル

今回の実験結果をダイアグラムにまとめたものを図 5.2.11 に示す。A 図は歩行空間の輝度・反射率・輝度の読み取り図である。B 図は輝度と視力の読み取り図であり、本実験での 2 つの年齢層の結果を直線で示している。C 図は順応状態の変化に対応した歩行速度の読み取り図であり、定常順応時は ($RE_{adaptation} < 100$) の線に含まれている。E 図は歩行速度に応じた心理評価の読み取り図である。これらのダイアグラムを用いることで、照明環境状態での避難者の行動やその時の心理状態を容易に予測することが可能である。

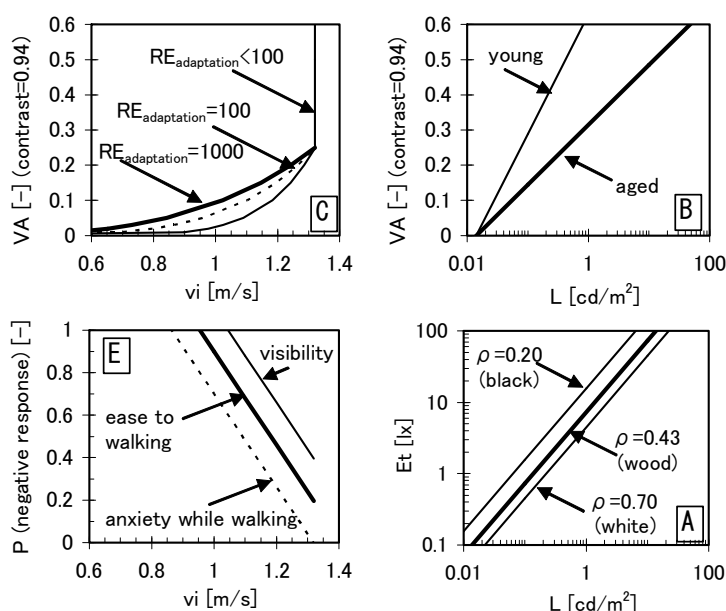


図 5.2.11 : 歩行速度と心理評価の関係

5.2.8 おわりに

本報告で示した各式を用いることで、視認性に基づいた避難行動や心理状態を予測することが可能である。屋外照明設備を適切に配備して避難経路の視認性を高めることは、安全に避難者を避難地に誘導するために必要不可欠であり、超高齢社会である我が国において視認能力の低い高齢者が避難者の多数を占める現在では、重要な災害対策の一つであると思われる。

参考文献

- (1) R.C. Simmons : Illuminance, diversity and disability glare in emergency lighting , Lighting Research and Technology, Vol.7, No.2, (1975), pp.121-132.
- (2) Wolfgang Jaschinski : Conditions of emergency lighting, Ergonomics, Vol.25, (1982), pp.363-372.

(文責 : 秋月)

5.3 夜間無灯下での屋外歩行の手がかり照明に関する検討

5.3.1 はじめに

災害時に迅速な避難を行うためには避難経路の視認性が十分確保できればよいが、夜間時に停電が生じた場合は、街路灯の電源を確保することができなくなるため、潤滑な避難が困難になる。一方で、避難経路の方向を示すための手がかりとしての照明は、避難経路の路面などの視認性を向上させる役割は果たさないものの、避難時に有効に機能すると考えられる。そこで本項では、夜間無灯下での屋外歩行の手がかり照明の要件について、LED灯を用いて検討する。

5.3.2 実験概要

実験は岡山県津山市にある美作大学の400mトラックグラウンドで行った。実験日時は2007年12月3日(月)20:30~翌日0:30であり、当時の天候は晴天である。実験時は周囲の照明が殆ど全て消灯しており、床面照度は0.1[lx]以下であった。

トラックグラウンドの40[m]直線部分を用いて、10m間隔に5灯LED灯を設置した。1番目のLED灯の5m手前を被験者の歩行開始地点、5番目のLED灯の5m先を歩行終了地点とし、LED灯から2.5m離れた位置を真っ直ぐに歩行するように被験者に指示した。LED灯設置位置および歩行位置を図5.3.1に示す。

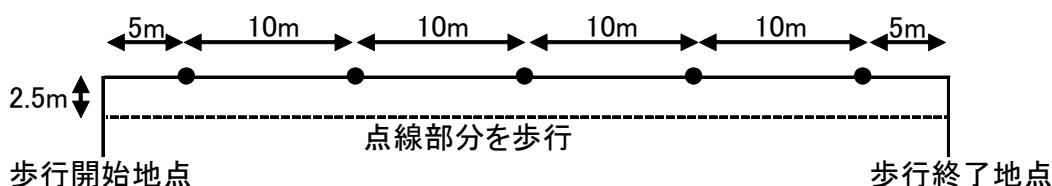


図 5.3.1 : LED 灯設置位置および歩行位置

検討した実験条件を表5.3.1に、LED点灯パターンを図5.3.2に示す。LED一灯の発光輝度は約2500 [cd/m²]である。光度条件の設定はデューティー比を変化させて達成した。

表 5.3.1 実験条件

条件No.	点滅	形状	発光面積[m ²]	灯数	光度[cd]
1			0	0	0
2			0.0001963	1	0.2
3					0.01
4					0.05
5	無	□	0.00017671	9	0.2 ← 基準条件
6					0.33
7			0.00049087	25	0.2
8		→	0.00017671	9	0.2
9	有	□	0.00017671	9	0.2

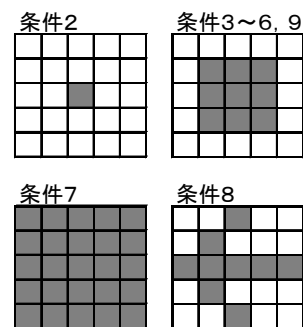


図 5.3.2 点灯パターン

被験者は、1灯目でストップウォッチをONし5灯目でSTOPすることで歩行速度を測定する。また歩行後、表5.3.2に示す主観評価3項目について回答する。無灯の場合は1灯目と5灯目に補助員がつき、通過のタイミングを合図する。歩行速度は40mの歩行時間[s]から求める。連続的に実験を行うため、先に行う被験者が3灯目を通過したあたりで、次の被験者が単独歩行を開始する。3種類の主観評価の結果は、表5.3.2のように数字に置き換えて取り扱う。但しこれら評価尺度には等間隔性が保障されていないので、基本的にはカテゴリーで取り扱う。

表 5.3.2 主観評価 3 項目の尺度

評価点	評価A	評価B	評価点	評価C
	歩行しやすさ	路面の見やすさ		経路のわかりやすさ
0	問題ない	問題ない	2	非常にわかりやすい
-1	やや歩行しにくい	やや見にくい	1	わかりやすい
-2	かなり歩行しにくい	かなり見にくい	0	問題ない
-3	やっと歩行できる	殆ど見えない	-1	わかりにくい
-4	歩行できない	全く見えない	-2	非常にわかりにくい

5.3.3 被験者の属性と評価の関係

被験者 21 名の属性と、基準条件（条件 No.5：LED 9 灯点灯・光度 0.2[cd]・形状正方形・点滅無し）での歩行速度および 3 つの主観評価の結果について表 5.3.3 に示す。被験者によって歩行速度が異なり、各種主観評価も異なる。身長（歩幅に関連）・年齢（視力に関連）と歩行速度の関係を図 5.3.3 に示すが、特に相関は見られず、今回の実験環境では歩行速度に対する身体的属性は影響しないと考えられる。

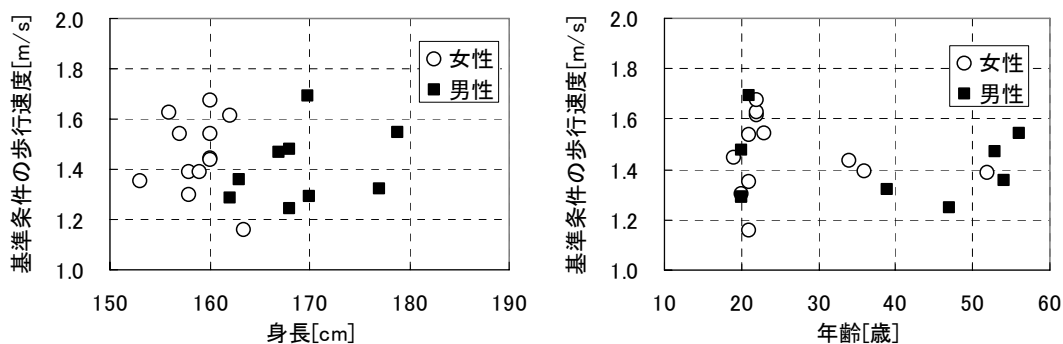


図 5.3.3 被験者の身長・年齢と基準条件の歩行速度の関係

今回の実験での基準条件の歩行速度結果に対して、異なる条件の速度の比が 0.95~1.05 の範囲に該当する条件数の割合について、同表 5.3.3 に示している。

表 5.3.3 個人の属性と基準条件の結果

性別	被験者No.	年齢 [才]	身長 [cm]	基準条件 (9 灯/0.2[cd]/□/無点滅)			対基準条件速度比 ±5%内条	
				速度 [m/s]	歩行しやすさ	路面の見やすさ		経路のわかりやすさ
女	1	19	160	1.445	-1	-2	1	6/7
	2	20	158	1.300	-2	-2	1	0/7
	3	21	153	1.349	-3	-3	-1	3/7
	4	21	157	1.538	0	-1	1	7/7
	5	21	163.5	1.157	-1	-3	1	7/7
	6	22	162	1.614	0	-1	1	6/8
	7	22	156	1.625	-3	-3	1	7/7
	8	22	160	1.674	-1	-1	0	7/7
	9	23	160	1.541	0	-1	-1	6/7
	10	34	160	1.436	-3	-4	1	5/7
	11	36	158	1.389	-1	-2	2	5/8
	12	52	159	1.387	-2	-3	0	2/8
男	13	20	168	1.477	-2	-2	-2	5/7
	14	20	162	1.287	0	-2	-1	1/7
	15	20	170	1.290	-1	-2	1	5/7
	16	21	170	1.691	-1	-1	1	6/7
	17	39	177	1.320	-1	-2	0	7/8
	18	47	168	1.245	-1	-2	0	6/7
	19	53	167	1.470	0	-1	2	7/8
	20	54	163	1.356	-2	-2	1	8/8
	21	56	178.9	1.543	-2	-3	1	5/8

被験者の属性が評価に影響しなかったため、21名の全被験者の結果をまとめて以後考察していく。各実験条件での統計値（データ数・平均値・標準偏差・主観評価A～Cの回答分布）を表5.3.4に示す。条件2のデータ数が少ないのは、最終に施行した条件のため被験時間が確保できなかったことによる。この表のデータを用いて、光度の影響、発光面積の影響、発光部形状の影響、点滅の影響について検討する。なお、歩行速度は全被験者の平均値と標準偏差で表すが、主観評価A～Cについては尺度の等間隔性が確認されていないので、評価尺度毎の申告率で基本的に表し、参考値として平均値の結果を示す。

表 5.3.4 実験条件毎の結果

条件No.	データ数				平均値				標準偏差			
	速度	評価A	評価B	評価C	速度 [m/s]	評価A	評価B	評価C	速度	評価A	評価B	評価C
1	21	21	21	21	1.41	-1.62	-2.29	-0.95	0.16	0.84	0.76	1.09
2	7	8	8	8	1.42	-1.38	-2.00	0.25	0.14	0.86	0.50	0.66
3	21	21	21	21	1.43	-1.29	-1.43	-0.05	0.16	0.82	0.66	0.84
4	21	21	21	21	1.44	-1.10	-1.62	0.10	0.15	0.92	0.95	0.92
5	21	21	21	21	1.43	-1.29	-2.05	0.48	0.14	0.98	0.84	1.01
6	21	21	21	21	1.42	-1.10	-1.90	0.38	0.15	0.92	1.06	0.84
7	21	21	21	21	1.39	-1.19	-2.05	0.48	0.17	0.85	1.05	0.79
8	21	21	21	21	1.43	-1.14	-1.57	0.57	0.15	0.94	0.85	0.95
9	21	21	21	21	1.44	-1.14	-1.62	0.43	0.15	0.83	0.95	1.05

条件No.	評価A データ数分布					評価B データ数分布					評価C データ数分布					
	-4	-3	-2	-1	0	-4	-3	-2	-1	0	-2	-1	0	1	2	
1		4	6	10	1	1	7	10	3		8	7	4	1	1	
2		1	2	4	1		1	6	1			1	4	3		
3			2	5	11	3		1	8	11	1	1	5	9	6	
4			2	4	9	6	1	2	8	8	2		6	9	4	2
5			3	5	8	5	1	5	9	6		1	3	4	11	2
6			2	4	9	6	2	4	6	8	1		4	6	10	1
7			2	4	11	4	3	2	10	5	1		3	6	11	1
8			3	2	11	5		3	8	8	2		3	7	7	4
9			1	6	9	5		4	8	6	3		5	6	6	4

5.3.4 LED 灯の光度と歩行速度・評価の関係

実験条件 No. 1、3～6の結果を用いて検討する。図5.3.4は歩行速度と光度の関係を示した結果である。実験条件 No. 1の光度は実際には0.0 [cd]であるが、対数軸上に表現するため暫定的に0.001 [cd]の値を設定して図に表現している。図より光度が増加しても殆ど歩行速度に影響しない傾向が見られる。今回の条件はタスク（障害物）のない直線通路を歩行する単純なものであったため、光度を変化させても速度へ反映しなかったと考えられる。

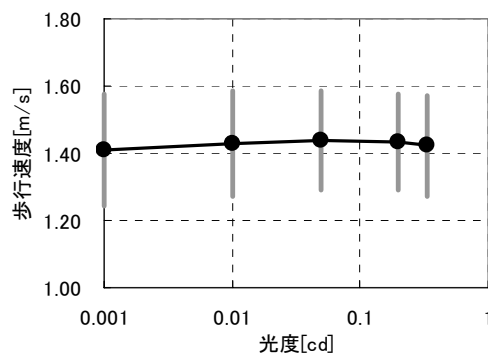


図 5.3.4 歩行速度と光度の関係（平均値±標準偏差）

図 5.3.5 は歩行速度と主観評価 A～C の申告率の関係を示した結果である。「歩行しやすさ」「経路のわかりやすさ」では光度の増加に伴い、否定的な評価の割合が少なくなる傾向が認められる。「路面の見やすさ」の評価と光度の相関は特に見られないが、少なくとも無灯（実験条件 No. 1）よりも良い評価が得られている。路面の見やすさと光度の相関の低さは、路面への照射が十分でなかった器具配光の影響が関係すると思われる。図 5.3.6 は主観評価の尺度を等間隔であると仮定した場合の、評価の平均値および標準偏差と光度の関係を示した結果である。前述図 5.3.5 の申告率での結果と同様の傾向が示されている。

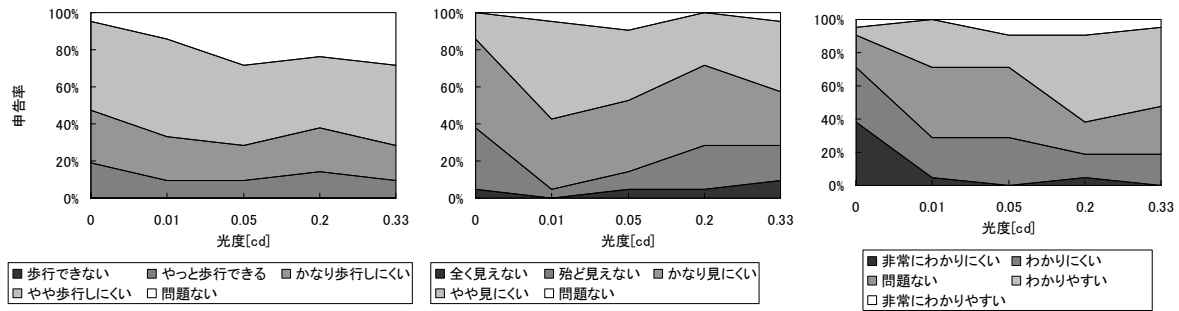


図 5.3.5 主観評価 A～C と光度の関係（申告率分布）

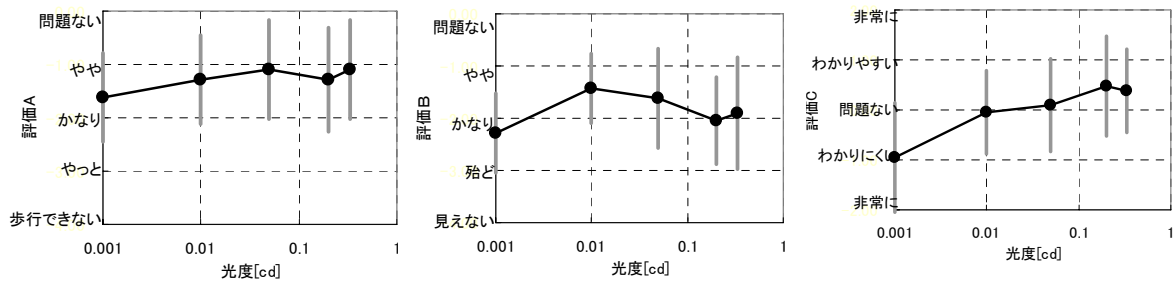


図 5.3.6 主観評価 A～C と光度の関係（平均値±標準偏差）

5.3.5 LED 灯の発光面積と歩行速度・評価の関係

実験条件 No. 1、2、5、7 の結果を用いて検討する。図 5.3.7 は歩行速度と光度の関係を示した結果である。実験条件 No. 1 の発光面積は実際には 0.0 [m²] であるが、対数軸上に表現するため暫定的に 0.000001 [m²] の値を設定して図に表現している。図より発光面積が増加しても殆ど歩行速度に影響しない傾向が見られる。

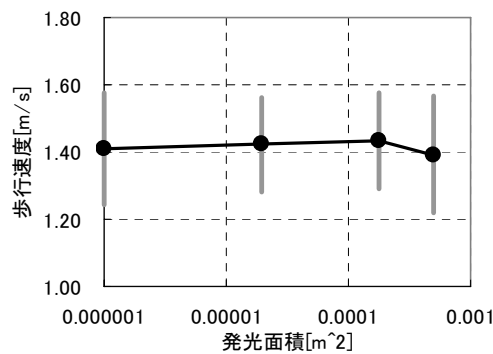


図 5.3.7 歩行速度と発光面積の関係（平均値±標準偏差）

図 5.3.8 は歩行速度と主観評価 A～C の申告率の関係を示した結果である。「歩行しやすさ」「経路のわかりやすさ」では発光面積の増加に伴い、否定的な評価の割合が少なくなる傾向がわずか

に認められる。特に「経路のわかりやすさ」では無灯（実験条件 No. 1）と比べると、被験者はたとえ発光面積が非常に小さくても手がかりとして有効であることを評価していると考えることが出来る。また「路面の見やすさ」の評価と光度の相関は特に見られないが、無灯（実験条件 No. 1）よりも良い評価が得られている。図 5.3.9 は主観評価の尺度を等間隔であると仮定した場合の、評価の平均値および標準偏差と発光面積の関係を示した結果である。前述図 5.3.8 の申告率での結果と同様の傾向が示されている。

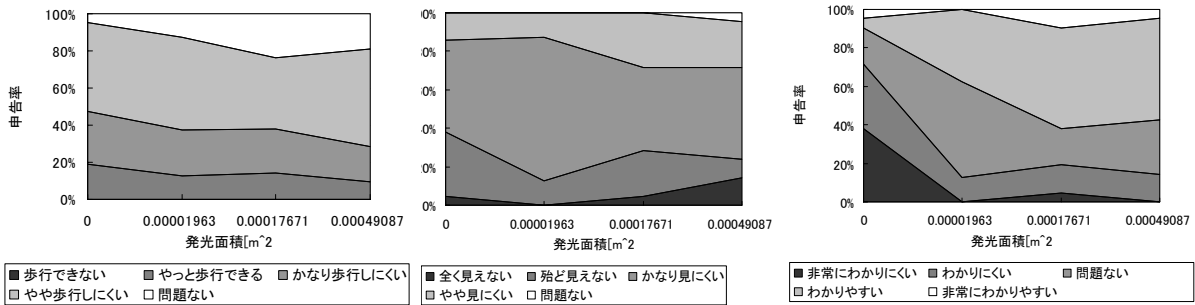


図 5.3.8 主観評価 A～C と発光面積の関係（申告率分布）

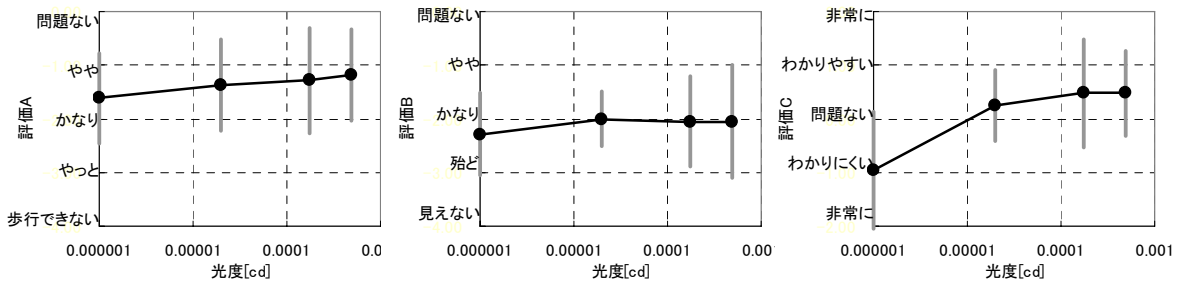


図 5.3.9 主観評価 A～C と発光面積の関係（平均値±標準偏差）

5.3.6 LED 灯の発光部形状および点滅の影響

実験条件 No. 5、8 の結果を比較して発光部形状の影響を検討する。二つの条件の 21 名全ての被験者の歩行速度の結果を図 5.3.10 に示す。横軸は形状が□の結果 (No. 5) で縦軸は形状が→ (No. 8) の結果に相当するが、図より両者の結果に差は殆ど認められず $y = x$ の関係が成立している。

実験条件 No. 5、9 の結果を比較して点滅の影響を検討する。二つの条件の 21 名全ての被験者の歩行速度の結果を図 5.3.11 に示す。横軸は点滅なしの結果 (No. 5) で縦軸は点滅あり (No. 8) の結果であり、図より両者の結果に差は殆ど認められずやはり $y = x$ の関係が成立している。

主観評価の平均値（表 5.3.5）では評価 A、B に僅かに違いが見られる。

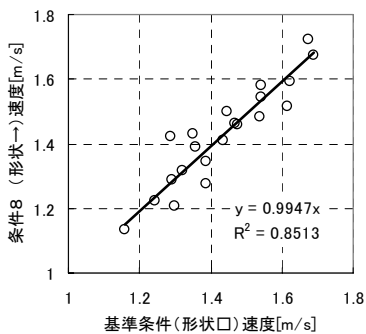


図 5.3.10 発光部形状の影響

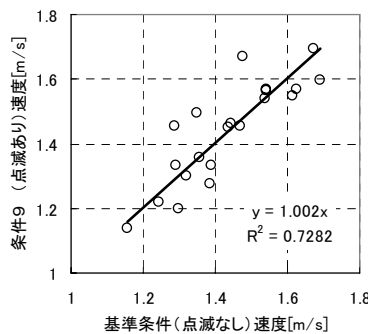


図 5.3.11 点滅の影響

表 5.3.5 結果の平均値

条件No.	評価の平均値		
	A	B	C
5	-1.3	-2.0	0.5
8	-1.1	-1.6	0.6
9	-1.1	-1.6	0.4

5.3.7 おわりに

夜間無灯下での屋外歩行の手がかり照明の要件について、LED 灯を 10m 間隔に直線配置した歩行空間で被験者実験を行い、以下の結果を得た。

- 1) 被験者の属性の幅が、年齢 19～56 歳、身長 153～178.9[cm]の 21 名の歩行速度と主観評価に顕著な差が見られなかった。
- 2) 発光面積 0.0001767[m²] (3×3 灯配列) の LED 灯の光度が 0.0～0.33[cd]の範囲では、歩行速度は殆ど変化しないが、主観評価の「歩行しやすさ」「経路のわかりやすさ」は光度の増加に伴い評価も向上した。今回の実験では路面の見やすさと光度の相関が低かったが、路面への照射が十分でなかった器具配光の影響が関係すると思われる。
- 3) 発光輝度 0.2[cd/m²]の LED 灯の発光面積が 0.0～0.00049087[m²]の範囲では、歩行速度は殆ど変化しないが、いずれの主観評価も発光面積の増加に伴い評価も向上した。特に「経路のわかりやすさ」は無灯と 1 灯 (0.00001963[m²]) で評価の変化が大きく、手がかり照明の有効性が示された。
- 4) LED 灯 (発光面積と発光輝度は等しい) の発光部形状が□と→で異なっても、歩行速度は変化しないが、「歩行しやすさ」「路面の見やすさ」の評価が僅かに異なり、→の形状の評価が高い。LED 灯の発光部の点灯の有無を比較すると、歩行速度は変化しないが、やはり「歩行しやすさ」「路面の見やすさ」の評価が僅かに異なり、点滅有りの評価が高い。屋外での避難経路は災害状況によって異なるため、歩行速度が変わらないのであれば、□・点滅なしの設定の方が利用しやすい。

手がかり照明は路面の視認性を向上させるものではないので歩行速度に反映されないが、「経路のわかりやすさ」等の心理的な効果は期待できる。今回の実験条件では LED1 灯を 10m 間隔に配置するだけで、無灯状態よりも評価が向上した。LED 灯を正面から観察した場合の視角と評価が対応すると仮定すれば、LED 4 灯 (2 灯×2 灯) なら 20m 間隔、LED 9 灯 (3 灯×3 灯) なら 30m 間隔・・・と間隔を広げられる可能性はあるが、狭い間隔での設置による連続的な誘導効果は減衰するので、別途確認する必要がある。

(文責：秋月有紀)

5.4 夜間無灯火の屋外歩行による試作屋外誘導標識・誘導灯の評価

5.4.1 実験概要

1) 蓄光基盤誘導標識

歩行による評価実験は天空漏れ光の小さな岡山県の山間部にある津山市内に位置する美作大学トラックグラウンド東側直線路を用いて、月没後の2007年12月3日21:00～24:00に実施した。

縦30cm×横42cmの誘導標識を2種類(図5.4.2:タイプA、図5.4.3:タイプB)作成し、中心高が概ね1m(1050mm)になるように路側に被験者に正対するように設置した(図5.4.4)。

蓄光材は標準励起照度D65,400lx 20min照射タイプで発光色523nm(主成分:アルミン酸ストロンチウム、根本特殊化学製ルミノーバ)を使用した。残光輝度の経時変化の実測値は図5.4.1に示す通りである。誘導標識に使用した無光沢黒色紙の反射率は0.06であった。

この誘導標識を床面照度800lx以上の室内で十分励起させた後、おおよそ5分後から25分後の間、評価実験を行った。この間の残光輝度は 0.63 cd/m^2 から 0.09 cd/m^2 に低下したものと推定される。なお、実験時の全天空照度は雲の影響により0.04lxから0.01lxの間で変動があった。

3分後から60分後までの輝度Lは $L=3.65T^{-1.095}$ で近似される。Tは経時時間(分)。

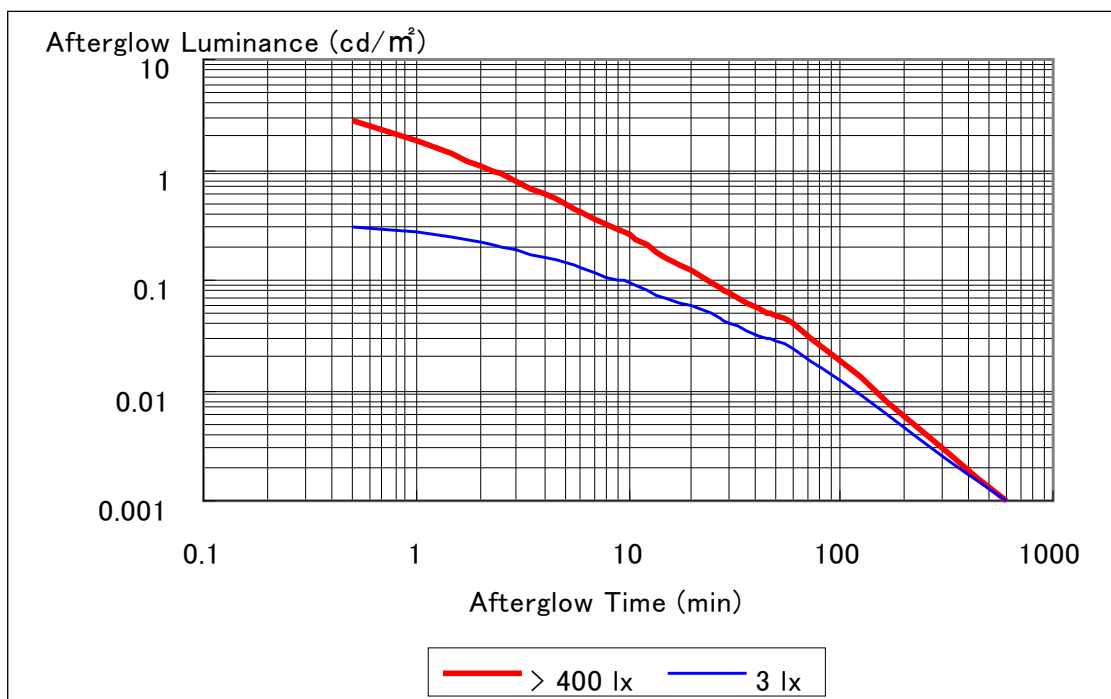


図 5.4.1 蓄光基盤の残光輝度の経時変化

2) 誘導灯

誘導灯は宮地電機製LED防災ライト(諸元は末尾資料参考)を図5.4.5のように門灯を想定して路面上1200mm(器具中心高1252mm)の高さに設置した。路面の照度分布は図5.4.6および図5.4.7に示した。



図 5.4.2 誘導標識 タイプ A



図 5.4.3 誘導標識 タイプ B

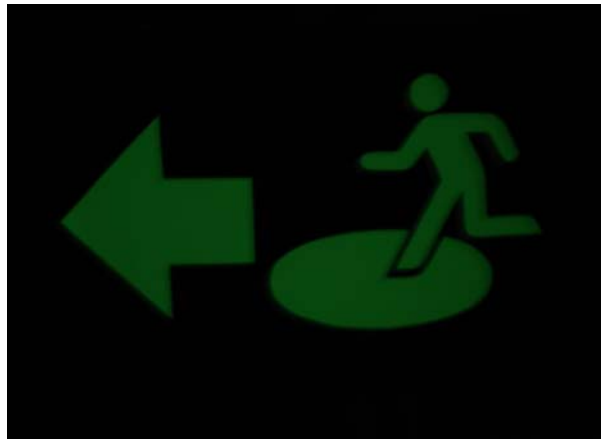


図 5.4.4 誘導標識の設置方法



図 5.4.5 誘導灯の設置方法

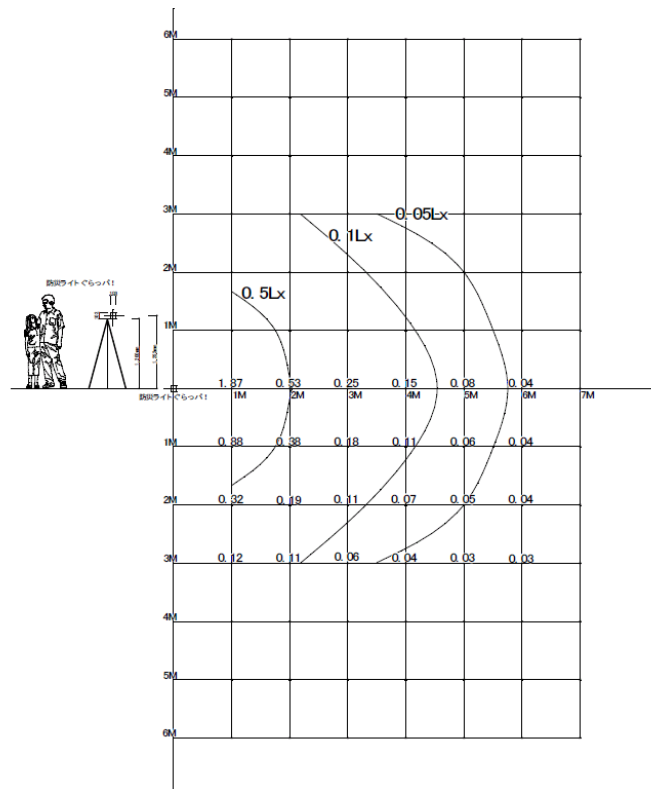


図 5.4.6 誘導灯に用いた照明器具（透明プリズムカバー）による路面照度分布

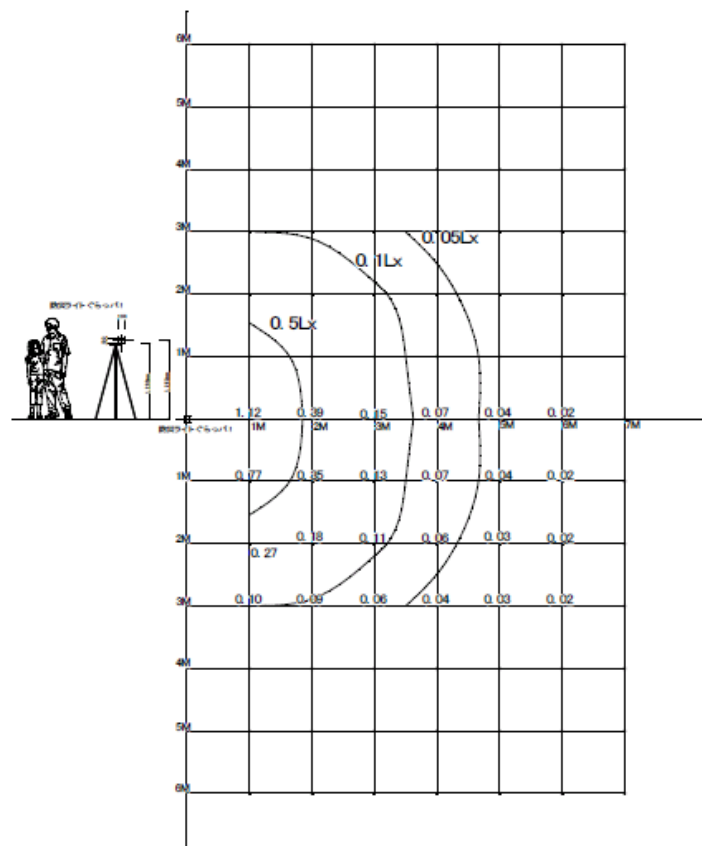


図 5.4.7 誘導灯に用いた照明器具（乳白アクリルカバー）による路面照度分布

3) 評価方法

誘導標識、誘導灯ともに設置間隔 10m、20m、30m、40m 及び 50m で設置し、50m の歩行速度の計測と誘導性について 7 段階の主観評価をさせた。さらに、誘導標識については正対比、逆対比どちらがよいか評価させた。誘導灯および誘導標識の対照は無設置としている。

5.4.2 被験者の属性

被験者の基本属性と誘導システムの無設置状態での 50m の歩行速度（以下、基準歩行速度）を表 5.4.1 に示す。若年者 13 名（平均年齢 21.2 歳、平均矯正視力 1.2）、壮年 4 名（平均年齢 50.1 歳、平均矯正視力 1.0）で、いずれも視力 0.8 以上で色覚に問題はなかった。

表 5.4.1 被験者の個人属性と基準歩行速度

性別	被験者	年齢	身長	矯正視力	歩行速度 m/s
女性	a	23	162	0.9	1.471
	b	23	160	1	1.558
	c	21	164	1.5	1.163
	d	20	158	1	1.316
	e	19	160	0.8	1.429
	f	22	156	0.6	1.623
	g	21	153	1	1.370
	h	22	160	1.2	1.667
男性	i	20	162	2	1.351
	j	21	170	1.5	1.563
	k	22	170	1.5	1.351
	l	20	168	0.8	1.389
	m	21	157	0.9	1.389
	n	39	177	1	1.155
	o	56	179	0.8	1.193
	p	54	163	1	1.309
	q	53	167	1	1.282

明かりのない状態での歩行速度に関係があると考えられた身長、年齢、視力と歩行速度の関係を図 5.4.8～図 5.4.10 に示す。これらによると、いずれの関係にも特に有意な相関は認められず、今回の実験環境では歩行速度に対する身体的属性は影響しないと考えられる。

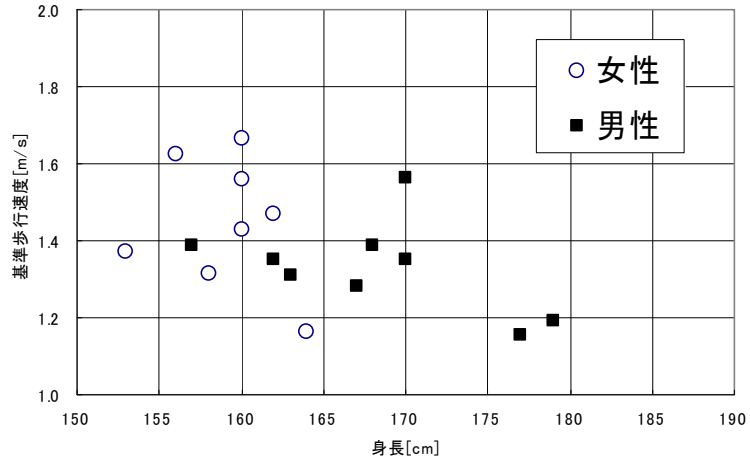


図 5.4.8 身長と歩行速度の関係

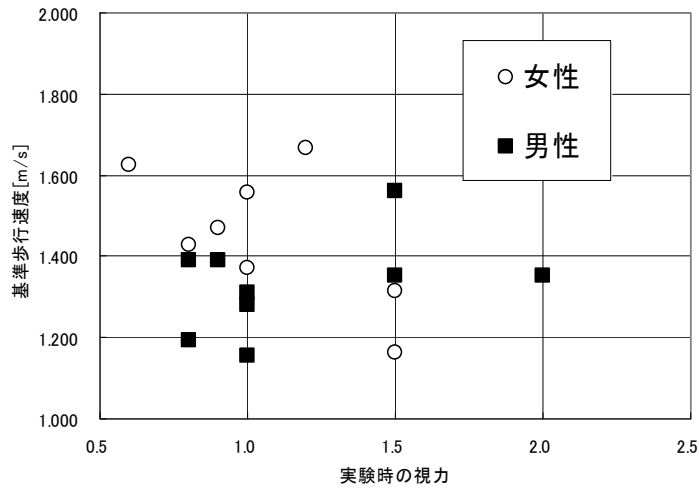


図 5.4.9 視力と歩行速度の関係

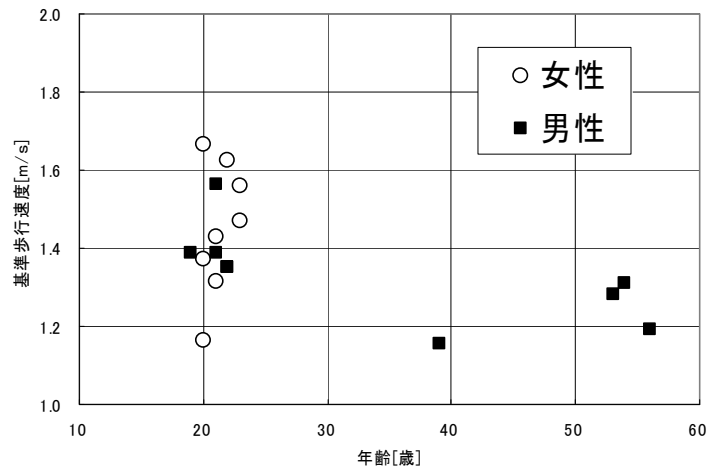


図 5.4.10 年齢と歩行速度の関係

5.4.3 歩行速度と設置間隔の関係

誘導灯および蓄光誘導標識の設置間隔と歩行速度の関係を図 5.4.11 に示す。これによると壮年群では無設置の 50m 歩行所要時間平均 40.6 秒（歩行速度 1.23m/秒）が誘導標識を設置することによって 4 から 2 秒、誘導灯の設置では 5 から 3 秒短縮されている。一方、若年群ではいずれの場合も歩行速度に変化はほとんど認められなかった。これは、路面の全天空照度は星明かり程度と低かったものの、グラウンドの白線により歩行しやすい状況であった影響が大きいと考えられる（図 5.4.16）。

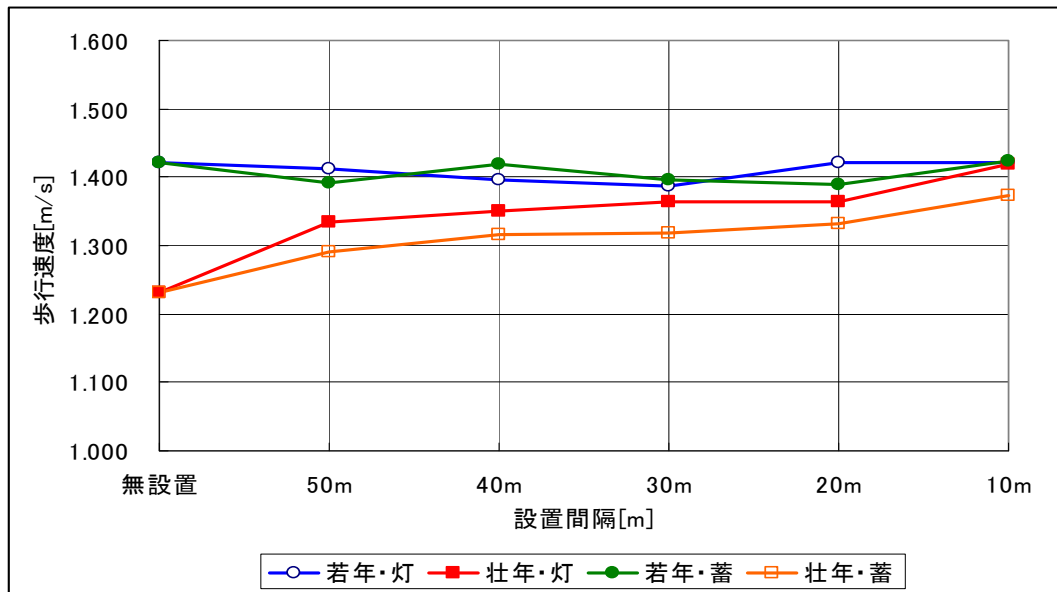


図 5.4.11 誘導灯および蓄光誘導標識設置間隔と歩行速度の関係（年齢別）

全被験者の平均値と標準偏差を図 5.4.12 に示す。これによっても、今回の実験では誘導システムの設置間隔が歩行速度に及ぼす影響はほとんどなかったといえる。

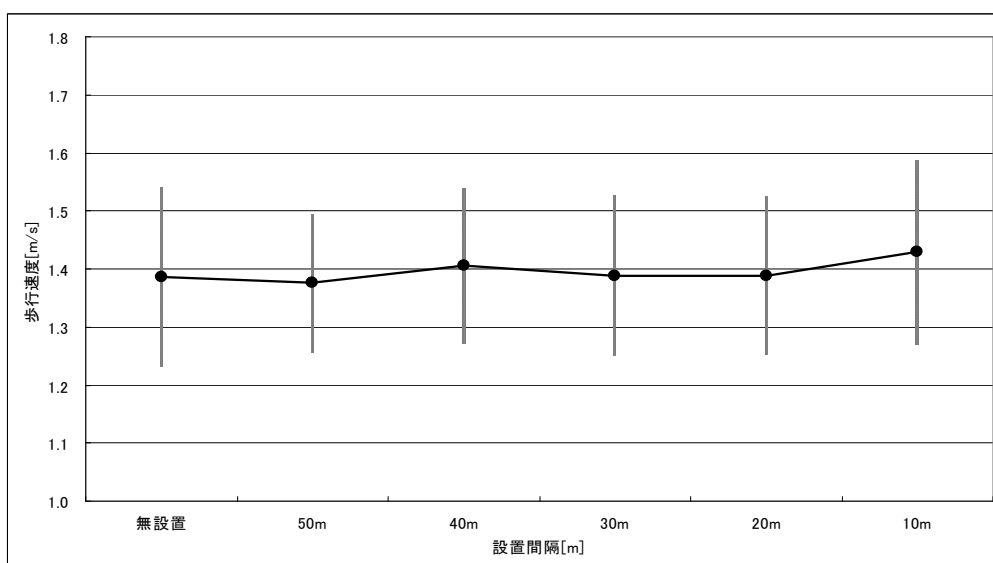


図 5.4.12 誘導灯および蓄光誘導標識設置間隔と歩行速度の関係（全被験者）

5.4.4 残光輝度の低下と対比

誘導標識の背景とピクトグラムの正逆対比の違いの評価として、壮年群では 100%、若年群で 76.9%がタイプ A の方がよいとしている。タイプ A の方が、発光面積が大きいことから、誘導標識そのものの存在が認識しやすいことが評価の根拠になっている。実験で用いた標識は、蓄光材と低反射率の黒色であるため、残光輝度は低下するものの（表 5.4.2）、輝度対比は変化しないと見なせるから、停電によって屋外環境が暗くなり、背景輝度が 0 に近づくことによって、それ自体は低輝度であっても標識の存在は認識できると考えられる。懐中電灯など足元を照らす光源を持って避難した場合、順応変化によって標識の認知性は低下すると予想されるため、標識の大きさ、表示内容等、今後の検討課題である。

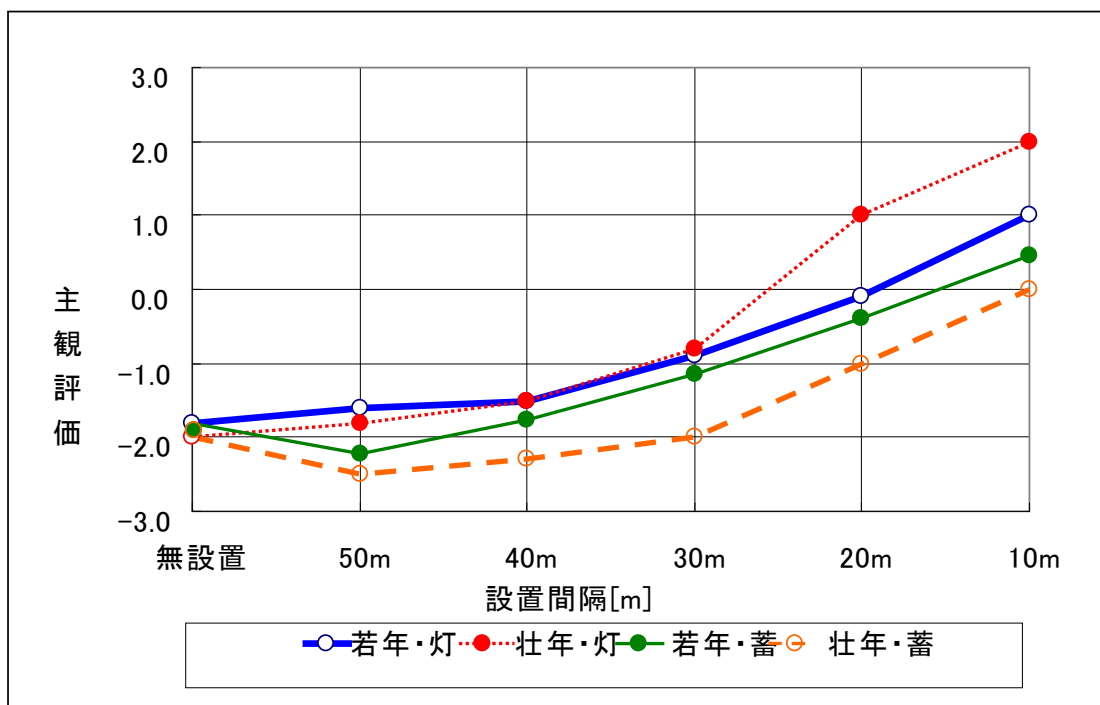
誘導灯に用いた照明器具の路面照度分布は図 2 および 3 に示すとおりで、概ね器具から 5 m 範囲は 0.05 lx 以上の明るさが確保されるため、門灯として設置した場合、10 m 間隔の設置できるから一般の市街地ではかなり有効な明かりと考えられる。

表 5.4.2 各実験開始時の残光輝度 (cd/m²)

	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
壮年	0.329	0.203	0.164	0.124	0.103
若年	0.800	0.374	0.240	0.137	0.112

5.4.5 設置間隔と歩行・誘導性主観評価

残光輝度と歩行・誘導性の主観評価結果を図 5.4.13 に示す。これによると、蓄光標識では、壮年群は設置間隔が 10m を超える、若年群では 20m 以上は悪いと評価された。一方、誘導灯は両軍とも 20m を超えると悪いと評価されている。



3 : 非常によい 2 : よい 1 : ややよい 0 : どちらでもない -1 : やや悪い -2 : 悪い -3 : 非常に悪い

図 5.4.13 誘導灯および誘導標識の設置間隔と誘導性の主観評価

図 5.4.14 および図 5.4.15 に主観評価の申告率（それぞれの評価が何%であったかを示す）と設置間隔の関係を示す。誘導灯の場合、20m まではよいという評価が見られるが 30m ではよいという評価はなく、ややよいまでの評価となるが、50m であってもややよいという評価があり、非常時の屋外誘導灯の存在が評価されるものと考えられる。一方、蓄光標識では、10m ではややよいという評価が認められるが、20m ではややよいとなり、さらに 30m では「よい」という評価はされず、50m ではやや悪い以下の評価となっており、今回の実験条件では視野内の背景輝度が必ずしも 0 でないことから、残光輝度の低下にともなって標識そのものの認知性が低下した影響と考えられる。

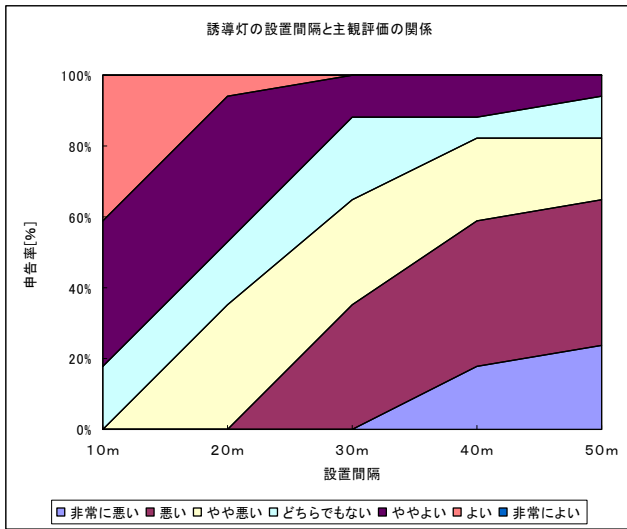


図 5.4.14 主観評価と設置間隔（誘導灯）

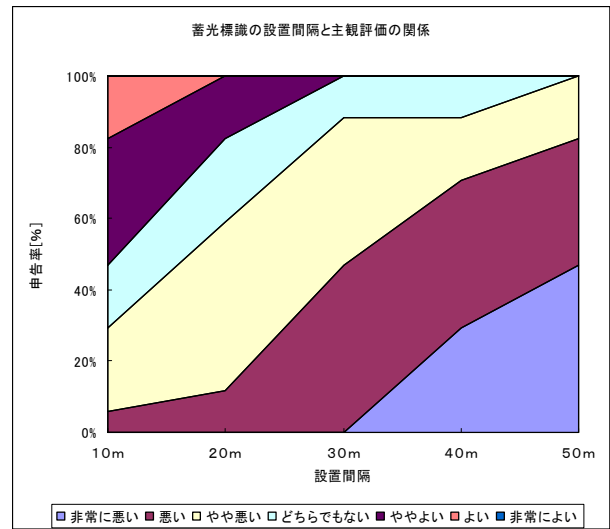
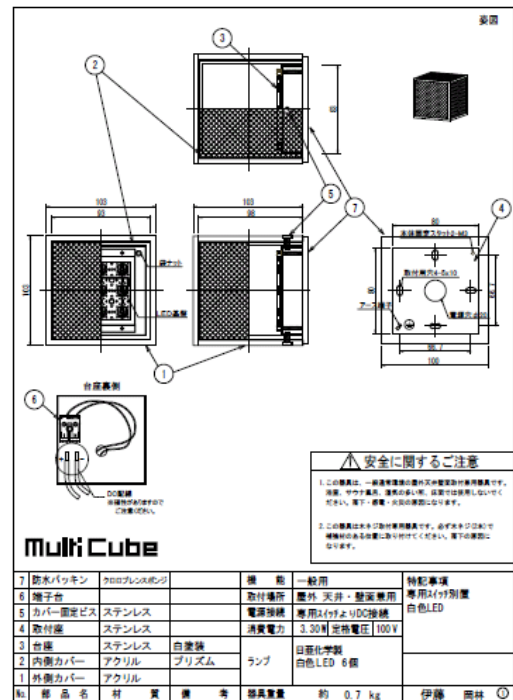


図 5.4.15 主観評価と設置感覚（蓄光標識）



図 5.4.16 実験路面（歩行方向）



参考図 誘導灯に用いた照明器具

（文責：森下・土井）

6. まとめ

6.1 まとめ

- 1) 阪神大震災以後に発生した新潟県中越地震、能登半島地震、新潟県中越沖地震においても広域停電が発生している。また、中央防災会議は、東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震いずれの被害想定においても、停電の発生とその影響人口や件数を推定している。しかしながら、夜間の地震発生であれば広域停電によって円滑な避難や救助活動に障害が生じることは容易に想像されるが、そのことが人的被害などにどのような影響を与えるかについては言及されていないことがわかった。
- 2) 東海地震防災対策強化地域および東南海・南海地震防災対策推進地域における地方自治体に対するアンケート調査を行った。その結果、災害時の照明の確保に関して、地方自治体として対策の必要性は理解しているが、法制化されていないために予算措置が困難、また、それらの照明設備に関する情報がない、同一県内の自治体であっても誘導灯の形式や誘導標識の表記内容、設置方法・場所などの調整がされていないことなど、整備の裏付となる夜間避難時の明かりの確保に関するガイドラインや法的根拠が存在しないことの影響が明らかになった。また、防災関係予算や担当職員数は自治体によって相当な差があり、防災対策における地域間格差が大きくなっていることがわかった。
- 3) 大津波による緊急避難の必要性が高い高知県、徳島県、和歌山県および静岡県下の自治体の防災担当者へのヒアリング調査を実施した。その結果、いずれの地方自治体もソフト・ハードの両方若しくは片方について災害時の住民避難における夜間対策に独自の工夫を凝らしているが、問題点や課題も多く存在することがわかった。屋外防災照明は防災対策として必須の整備項目ではないため予算が限られていたり、自治体間での整備状況は大きく異なっている。とりわけ、独自財源によって整備したバッテリー設置型の街路灯について、バッテリーの交換時期になっているにもかかわらず、法的根拠がないことから予算措置がなされずにいることが指摘された。そのため、実際の地震避難時に機能しない恐れがある。
- 4) 誘導灯や誘導標識の設置場所について、道路標識との調整、管轄の違いや日常の道路交通の優先など、制約があり、そのことも整備が進まない要因の一つになっている。
- 5) 歩行空間の床面照度と歩行速度の既往研究に基づいて、現行の非常照明の床面所要照度は最低1lxと定められている。この値は屋外では商用電源が通常送電される平常時の街路照明であっても、多くの自治体で達成は困難な状況にある。広域停電下では不可能に近い明るさのレベルである。しかしながら、屋外避難ではこのような明るさレベルは過大であり、避難経路にどのようなものであっても明かりが点灯していることで誘導性や歩行を担保できる可能性があることが明らかになった。

6.2 今後の課題と提言

- 1) 屋外防災照明設備に関して、ガイドラインや法的根拠がないことから、地方自治体による防災対策の中で優先順位が低いものになっている。建築の耐震化による人的被害の軽減は言うまでもないが、夜間の災害発生時に広域停電の発生が想定される以上、それに対処するための屋外防災照明設備は必要不可欠である。そのため、想定される災害の被害や危険度に応じた整備モデルや、現状を把握するためのチェックリストを作成するなど、照明学会として早急に取り組むべき課題である。
- 2) 本調査研究では、主として緊急避難段階で、避難行動を担保する避難路の明かりの確保と

誘導性について検討してきた。一方、避難先である一次避難場所などの大人数が集合する空間での明かりの確保も重要課題の一つである。照明は避難者に落ち着きを与え、混乱を回避する有効な機能であるが、群集心理と照明環境の関係についての検討が残されている。

- 3) 非常時に向けた屋外防災照明設備と、日常の安全通行の目的で設置される道路照明や街路照明、各種の標識類との諸規定の調整を行う必要がある。現状では、道路交通が優先され、非常時のための照明や誘導標識の設置場所、高さなどが制限を受けている。
- 4) 行政の防災担当者は照明設備の機能、特性について十分な知識を有していないのが通常である。照明学会として、積極的に照明の役割と機能についての情報発信と啓発活動を行う必要がある。
- 5) LED光源は、省電力でバッテリー負荷が小さいことから長時間停電にも対応できる。さらに、高輝度による誘導性も期待できることから、屋外防災照明設備には不可欠なものになってきている。非常時だけ点灯させる仕組みや、グレアを防ぎながら誘導性を高める設置方法、日常照明設備との秩序ある設置方法や、定常点灯するのか、点滅制御とするのか、点滅させる場合、誘導性と点滅サイクルの関係などの検討が残されている。
- 6) 住宅街では住宅照明の停電対応化も有効な避難経路の明かりの確保につながる。停電対応の予備電源を有した玄関灯や門灯などは安全歩行と誘導性に有効に寄与することが明らかになった。このような地域住民の自助努力に対する税制上の優遇処置の導入も検討すべき課題といえる。また、省エネ政策によって推進が図られている住宅へのソーラー発電設備の導入も、非常時の明かりの確保といった観点からも評価されるものである。
- 7) 津波に対しては迅速な避難がもっとも有効な手段である。阪神・淡路大震災の停電推移からみても夜間発生時では広域停電下の避難が避けられない。直下地震災害を含めて、津波被害を受けずとも倒壊や火災のための避難は不可欠であり、なりより大都市圏では昼間都民や帰宅困難者が多数存在する。さらに、観光地域の観光客もまた地理不案内者である。これら地理不案内な人々を安全に広域避難場所に避難させるための避難路の明かりや案内表示の明かりを確保する屋外防災照明設備の整備は最重要課題といえる。
- 8) 完全な停電状態を設定できなくても、地域住民による夜間の避難訓練の実施は、日中の避難路の景観の様相とまったく異なることや危険箇所の発見につながり、防災意識の向上にもつながるものと考えられる。

本報告書が活用され、屋外防災照明の整備推進に向けて活発な議論が行われることを願っている。

(文責：土井)

研究調査報告書の著作権について

本報告書の著作権は（社）照明学会に帰属します。

複写をされる方に

本報告書に掲載された著作物は、政令が指定した図書館で行うコピーサービスや、教育機関で教授者が講義に利用する複写をする場合等、著作権法で認められた例外を除き、著作権者に無断で複写すると違法になります。

付 録

1. 委員会議事録
2. 地方自治体アンケート調査表
3. 送付先リスト
4. 現地調査写真

屋外防災照明研究調査委員会 第1回 委員会議事録（案）

2005.11.27

報告者：土井

日時：平成17年11月27日 午後1時30分から

場所：照明学会第1会議室

議事内容：

1. 委員会名簿の確認と、委員の募集について検討した。
2. 委員会の進め方について検討した。
3. その他

屋外防災照明研究調査委員会 第2回 委員会議事録（案）

2006.1.25

報告者：土井

日時：平成18年1月25日 午後1時30分から3時30分

場所：照明学会第1会議室

議事内容：

1. 明学会研究・教育助成に委員会として応募することを決めた。
2. 京都大学防災研究所一般共同研究助成への申請を決定した。
3. 関連文献の収集、調査研究の進め方について検討した。

屋外防災照明研究調査委員会 第3回 委員会議事録（案）

2006.3.17

報告者：土井

日時：平成18年3月17日 午後3時から5時

場所：大阪市立大学文化交流センター小セミナー室

議事内容：

1. 京都大学防災研究所助成研究の進め方について検討し、煙中の避難速度についての検討を中心に、防災研の模擬トンネルで実施することを決めた。
2. 自年度末に公開シンポを開催することにし、それに向けての研究の進め方について検討した。

屋外防災照明研究調査委員会 第4回 委員会議事録（案）

2006.6.23

報告者：土井

日時：平成18年6月23日

場所：京都大学防災研究所社会防災研究部門

議事内容：

1. 今年度委員会の進め方と、松井委員から唐澤委員への交代、酒井英樹委員の追加を確認した
2. 関連研究文献について秋月委員他から紹介された。
3. 屋外避難所要照度の策定のための実験を実施することを決めた。

屋外防災照明研究調査委員会 第5回 委員会議事録（案）

2006.8.23

報告者：土井

日時：平成 18 年 8 月 23 日 10:30～12:00

場所：関西大学工学部 2 号館 209 教室

1. 進捗状況の確認と今後の進め方について検討した。
2. 屋外避難所要照度の策定のための実験について検討した。

屋外防災照明研究調査委員会 第6回 委員会議事録（案）

2006.10.23

報告者：土井

日時：平成 18 年 10 月 23 日 15:30～20:00

場所：照明学会第 1 会議室

見学：東京都水元公園（葛飾区）

1. 屋外避難実験の実施計画の検討を行った。
2. 屋外防災設備実施例の視察と行政ヒアリングを行うことを決定した。
3. 水元公園の防災照明設備について説明を受けた。委員会終了後水元公園に移動。
4. 水元公園の見学を行った。

屋外防災照明研究調査委員会 第7回 委員会議事録（案）

2006.12.13

報告者：塚田

日時：平成18年12月10日から12日まで

場所：高知県高知市、室戸市及び徳島県美浜町

議事内容：

1.高知県高知市、室戸市及び徳島県美浜町の避難誘導灯、標識灯の昼夜間の設置状況における照度測定等の調査及び高知市役所、室戸市役所及び美浜町の防災担当者に対するヒアリング調査を現地調査と合わせて行う。

報告書類は平成18年12月22日（金）まで土井委員長に提出する。

2.調査報告について

1) 調査日：平成18年12月10日（日）

調査場所：高知県高知市

調査内容：避難誘導灯、標識灯の昼夜間の設置状況における照度測定等の調査

報告担当者：調査内容の照度測定関係のデータ整理の担当：奥田委員

調査内容の写真関係のデータ整理の担当：秋月委員

2) 調査日：平成18年12月11日午前（月）

調査内容：高知市役所の防災担当者の山本様へのヒアリングを行った

報告担当者：ヒアリングのまとめの担当：秋月委員

3) 調査日：平成18年12月11日午後（月）

調査内容：室戸市役所の防災担当者の山本氏と山崎氏へのヒアリングを行った

報告担当者：ヒアリングのまとめの担当：唐沢委員

調査資料：防災マップのスキャナー担当：塚田幹事

4) 調査日：平成18年12月11日夜（月）

調査内容：美浜町の避難誘導灯、標識灯の夜間の設置状況における照度測定等の調査

報告担当者：調査内容の照度測定関係のデータ整理の担当：奥田委員

調査内容の写真関係のデータ整理の担当：秋月委員

5) 調査日：平成18年12月12日午前（火）

調査内容：美浜町の防災担当者の木里様と浜様へのヒアリングを行い、その後、避難誘導灯、標識灯の昼間の設置状況における照度測定等の調査

報告担当者：調査内容の照度測定関係のデータ整理の担当：奥田委員

調査内容の写真関係のデータ整理の担当：秋月委員

ヒアリングのまとめの担当：森下委員

3.屋外防災照明に関するアンケート調査について

地方公共団体地域防災担当部署に対する、屋外防災照明（予備電源を備えた街路灯・屋外の避難誘導標識）に関するアンケート調査について次回委員会までに、土井委員長がアンケート案を検討いただく。

検討事項

- 1) アンケートの調査対象地域は、東南海地震の地方公共団体を対象にしているが、対象地域の追加が必要かどうか、また、市町村以外にも県は必要かどうか
- 2) アンケートの記入項目及び記入内容
- 3) アンケート調査表の発送予定日

以上

屋外防災照明研究調査委員会 第8回 委員会議事録（案）

2007.02.01

報告者：塚田

日時：平成19年2月1日、13:00～14:00

場所：大阪市立大学文化交流センター小セミナー室

議事内容：

1. 議事録の確認
 - ・ 議事内容を確認し修正なく承認された。
2. 高知県 高知市 浦戸地区調査結果のデータの確認を行った。
 - ・ 写真画像NO.6061、6079の標識中心高さは、奥田委員が確認し報告する。
 - ・ 写真画像NO.6081の標識中心高さは、3mとする。
 - ・ 写真画像NO.6087の標識中心高さは、路面埋込みのため標識中心高さは0mとする。
(報告書記載通り)
2. 徳島県 美波町 由岐地区調査結果のデータの確認を行った。
 - ・ 写真画像NO.6170の標識中心高さは、1.5mとする。
4. 今回の調査報告書のまとめ方は、調査データがまだ少ないため、今後他のデータが集まった時点で、再度整理の方法を検討する。
5. 平成19年度事業計画（案）に、平成18年度事業報告（案）の（4）東海地震、南海・当南海地震防災対策推進地域を対象に、大規模災害時の照明設備のあり方に関するアンケート調査を実施する、また、（5）兵庫県三木山森林公園において、避難場所への案内、誘導標識の諸要件について被験者実験を行う内容を追加することとする。
6. アンケート調査表は、再度項目や内容を変更し委員にメールにて審議を行う。審議了承されたアンケートは、地方公共団体に発送する前に、高知市及び美波町の担当者に事前に送付し、再度項目等の確認を行った後に、アンケートを送付する。
7. 委員会の報告として、大規模災害に備える屋外防災照明設備に関する公開シンポジウムを開催する。開催予定場所は東京とし開催日は、2008年1月初旬の予定とする。
8. 次回は、兵庫県三木山森林公園において、3月または4月に被験者実験を行う。

以上

屋外防災照明研究調査委員会 第9回 委員会議事録（案）

2007.08.28

報告者：塚田

日時：平成19年8月23日、13：00～14：00

場所：福岡工業大学 照明学会大会会場A棟A208教室

議事内容：

1. 自治体へのアンケートは、420自治体に発送して、回答があったのは、211自治体である。
2. 6月23日（土）に、和歌山の白浜小学校で夜間の避難訓練が行われたことの報告が、土井委員長よりあった。
3. 次回以降の委員会の開催予定は、下記の日程で決定した。
 - 1) 委員会：9月11日（日）、13時30分より大阪にて
議事内容は、自治体のアンケート調査の報告等
 - 2) 委員会：10月18日（木）、15時より大阪にて
議事内容は、屋外防災照明研究調査委員会としての報告書のまとめ方の検討など
 - 3) 見学会：11月5日（月）～6日（火）
見学予定場所は、静岡県下を候補地とし、委員長名にて見学開催の案内書を早めに出す。
 - 4) 屋外実験：12月3日（月）～4日（火）
実験予定地の候補は、和歌山県で検討する。
実験資材の候補は、宮地電機製の門灯、積水樹脂製の点滅器具（外部より点滅周期の変更が可能）、蓄光板、松下電工製の門灯、小糸工業製のLED器具など。
 - 5) 公開研究会の開催：2008年3月27日（木）、大阪にて開催を検討する。

以上

屋外防災照明研究調査委員会 第10回 委員会議事録（案）

2007.09.12

報告者：塚田

日時：平成19年9月11日、13:30～16:00

場所：大阪市立大学文化交流センター談話室

議事内容：

4. 第6回委員会議事録（案）を確認し承認された。
 5. 屋外避難施設の設置状況に関する行政アンケートの結果について
 - (ア) 配布資料（2007.9.11）により行政アンケートの資料分析の一部（滋賀県以南）の報告が土井委員長よりあった。（配布資料参照）
 - (イ) 協力していただいた自治体への調査報告資料は配布する予定であるが、配布方法などは今後の検討事項とする。
 6. 公開研究会の実施とその内容・分担について
 - (ア) 秋月委員の資料（2007.9.10 秋月）により検討を行った。
 - (イ) 建築学会明視環境小委員会と共同開催とする旨を11月の照明学会の理事会に報告する予定で準備を行う。また、開催案内を照明学会誌 2008年2月、3月号とホームページに会告を掲載する。
 - (ウ) プログラム内容案と分担案は、下記とする。
 - ① 公開研究会名：（案）「いのちを守るあかり」（副題：まちの光もライフライン）とするが、検討事項とする。
 - ② 総合司会：奥田委員
 - ③ 講演時間は、1講演20分とする。
 1. 阪神淡路大震災などの地震災害状況：担当者は、参加委員以外の方で検討する。
 2. 屋外防災照明に関する行政の取組み（地方自治体へのアンケート調査）：担当：土井委員長
 3. 東海・南海地震を視野に入れた地方行政の防災対策の実情（高知・徳島・和歌山・静岡の各県の取組み）：担当：秋月委員
 4. 避難に必要な照明要件に関する実験的検討：担当：酒井委員
 5. 夜間避難に役立つ照明器具・標識の実例：担当：森下委員
- パネルディスカッション「これからの屋外防災照明の在り方」
司会：土井委員長
パネラー：講演者と数名の研究会委員とする案であるが、検討事項とする。
- 5) 公開研究会の資料は、製本する。ただし、行政へは電子データの提供を予定。
4. 静岡県下の自治体ヒアリングと現地調査については、秋月委員より、9月末にスケジュール案の提出を予定している。
 5. 今年度の屋外実験について
実験内容と方法については、次回10月18日（木）の委員会で検討することにする。
 6. 建築学会防災WGとの関係については、静岡県下の自治体ヒアリングと現地調査について、合同で行うように開催案内をすることにする。 以上

屋外防災照明研究調査委員会 第11回 委員会議事録（案）

2007.10.19

報告者：塚田

日時：平成19年10月18日、15:00～17:30

場所：大阪市立大学文化交流センター談話室

議事内容：

7. 第7回委員会議事録（案）を確認し承認された。
8. 12月実施（予定）屋外避難実験の実施内容の検討について
実施内容について、土井委員長より、配布資料により説明があり、下記の点について検討された。
 - 1) 実施場所の候補として、岡山県の美作市（みまさかし）の美作大学のグラウンドを第一候補として実験を行う方向で検討する。
 - 2) 実施日は、平成19年12月3日（月）、4日（火）を予定するが、月齢の状況により変更もある。
 - 3) 評価対象器具について、松本幹事の案を追加検討をして実施可能であれば、実施案について、秋月委員、岩田委員で検討をお願いすることにした。
3. 静岡県下の自治体ヒアリングと現地調査について
 - 1) 実施日：平成19年11月4日（日）、5日（月）、6日（火）を予定する
 - 2) 実施場所：沼津市、焼津市の予定
 - 3) 参加者：4日より参加は、土井委員長、塚田幹事、秋月委員、森下委員
5日より参加は、松本幹事、岩田委員、奥田委員
 - 4) 計測器材で、「照度計、輝度計、メジャー」は土井委員長が用意する。
 - 5) レンタカーは、1台の予定とする。
4. 公開研究会の内容・分担について
配布資料により、秋月委員より説明され、未定の項目について検討された。
 - 1) 形態について、建築学会明視環境設計小委員会と共同主催を予定していたが、共同主催については、照明学会単独主催の方向で、建築学会明視環境設計小委員会と調整することを土井委員長にお願いした。
 - 2) 公開研究会名（タイトル）が未定であったが、次のタイトル案で検討することにした。
「広域停電時の避難誘導（あなたのまちは大丈夫!?)」
 - 3) 参加費は、無料とし、当日配布資料はレジメ程度とする。
 - 4) 講演時間については、1講演20分間とし、パネルディスカッションは1時間とする。
 - 5) 募集人数は、100名とし、受付先着順とする。
 - 6) 発表用電子データは、土井委員長のPCに各自インストールすることにする。
 - 7) 公開討論会会場の開場は、13時とし、13時30分より講演開始とする。
 - 8) 講演の「阪神淡路大震災などの地震災害の状況」は、大阪市立大学の宮野先生のご了解が得られたので決定する。

以上

外防災照明研究調査委員会 第12回 委員会議事録(案)

2007.11.8

報告者：塚田

日時：平成19年11月4日(日)、16:30～11月6日(火)13:30

場所：静岡県沼津市、静岡市、焼津市

議事内容：

9. 現地調査：4日の16時30分より、沼津市立静浦小学校のソーラー式照明灯など
2. ヒアリング及び現地調査：
 - 1) 沼津市役所消防本部防災地震課：5日の10時15分より11時15分、その後「まもるタワー」、清水港の現地調査
 - 2) 静岡市消防防災局防災部防災指導課：5日の15時より16時30分
 - 3) 静岡県総務部防災局防災情報室：5日の16時45分より17時45分
 - 4) 焼津市立小川小学校のソーラー案内板の現地調査
 - 5) 焼津市消防防災局総務企画課：6日の10時より11時、その後、焼津漁港の津波緊急待避所、備蓄倉庫のソーラー灯及び大井川町のソーラー灯の現地調査

以上

屋外防災照明研究調査委員会 第13回 委員会議事録(案)

2007.12.5

報告者：塚田

日時：平成19年12月3日(月)、17:00～12月4日(火)1:00

場所：岡山県津山市(美作大学)

議事内容：

10. 屋外防災照明研究調査として屋外での実験を岡山県津山市の美作大学グラウンドにおいて午後9時より行った。
 - 1) 評価実験内容
 - ① LED誘導灯による評価実験
 - ② グラッパ照明器具による評価実験
 - ③ 蓄光標識板による評価実験
 - 2) 被験者は、美作大学学生11人、大阪市立大学学生2人と委員会出席者の有志により行った。
2. 次回委員会開催予定
 - ・2008年1月11日(金)：同志社女子大学(京都)、15時より
 - ・2008年2月4日(月)：大阪市立大学文化交流センター(大阪)、13時より
 - ・2008年3月11日(火)：場所は未定、10時より

以上

屋外防災照明研究調査委員会 第14回 委員会議事録（案）

2008.1.15

報告者：塚田

日時：平成20年1月11日（金）、15：00～18：00

場所：同志社女子大学 今出川キャンパス ジェームズ館 202号室

議事内容：

11. 2007年12月3日の美作大学における屋外誘導灯・誘導標識を用いた屋外実験結果の概要が土井委員長より説明があった。
配布資料：屋外誘導灯・誘導標識を用いた屋外実験結果の概要
 2. 2007年12月3日の美作大学における屋外防災としてのLED照明の検討結果の概要が秋月委員より説明があった。
配布資料：屋外防災としてのLED照明の検討結果
 3. 2007年実施の屋外防災照明設備に関する行政アンケート結果の報告が土井委員長より説明があった。そのなかでグラフの報告に追加して、日本地図上にグラフなどの追加した資料を検討することとした。
2. 次回委員会開催予定
- ・2008年2月4日（月）：大阪市立大学文化交流センター（大阪）、13時～17時
（公開研究会の第1部広域停電時の避難誘導に関する一般講演の検討を行う）
 - ・2008年3月11日（火）：関西電力京都支店会議室（京都）、10時～12時
（公開研究会の第2部パネルディスカッション「これからの屋外防災照明のあり方」の検討を行う）

以上

屋外防災照明研究調査委員会 第15回 委員会議事録（案）

2008.2.5

報告者：塚田

日時：平成20年2月4日（月）、13：00～16：30

場所：大阪市立大学文化交流センター小セミナー室

議事内容：

1. 公開研究会の内容・分担の検討を行った。
 - ・開会挨拶・趣旨説明については、委員会結成の経緯、活動状況、建築学会の防災WGとの共催などについて説明を行うこととした。
 - ・「阪神淡路大震災などの地震災害の状況」は、宮野道雄（大阪市立大学）氏に、人による人的被害の様態、人的被害の防止の観点から講演いただくことにした。
 - ・「屋外防災照明に関する行政の取り組み～地方自治体へのアンケート調査～」は、土井正（大阪市立大学）委員長に、東海地震防災対策強化地域東南海・南海地震防災対策推進地域自治体、大地震時の明かり、視覚情報の確保に関する現状と問題点の把握、アンケートの自由記述も問題点と要望の中に取り入れて講演いただくことにした。
 - ・「地方自治体の夜間避難対策の現状～高知・徳島・和歌山・静岡の事例～」は、秋月有紀（富山大学）委員に、夜間避難対策のハード的&ソフト的手法の自治体の現状、問題点と今後の取り組みであるが、「夜間避難に役立つ照明器具・標識の実例」の森下昌治（宮地電機）委員の実施事例の紹介、問題点、今後の課題の講演内容が重複しそ

うなので、秋月委員が欠席のため次回 3 月 11 日（火）に、ヒアリングを中心としたソフト的手法は秋月委員で具体的調査事例は森下委員で行うなどの内容の調整をすることにした。

- ・「避難に必要な照明要件に関する実験的検討」は、酒井英樹（大阪市立大学）委員に、これまで行った実験結果から確保すべき明るさの目安、誘導システムの諸要件について講演いただくことにした。
- 2. パネルディスカッション「これからの屋外防災照明のあり方」は、総合司会を土井正（大阪市立大学）委員長にお願いすることにした。パネラーは、岩田三千子（摂南大学）、秋月有紀（富山大学）、酒井英樹（大阪市立大学）、森下昌治（宮地電機）の各委員と宮野道雄（大阪市立大学）氏にお願いすることにした。ディスカッションテーマとしては、「屋外防災照明システムの法的根拠の欠如、いのちの地域格差の問題、津波避難、帰宅困難者（観光客）の避難誘導、行政による整備と住民の自助努力」などで、今後の課題と提言などのディスカッションを予定することにした。また、ディスカッションテーマのキーワードなどは、土井委員長より各委員会メンバーに配信して検討を行うことにした。ディスカッションの初めに、和歌山県白浜町の防災訓練のビデオを放映する案も検討することにした。
- 3. 公開研究会の当日について
 - ・ 配布資料は、レジメプログラム程度の A 4（両面）1 枚とすることにした。
 - ・ 受付は、松本幹事、塚田幹事、唐沢委員が行うことにした。
 - ・ 委員会メンバーは、11 時 30 分に大阪市立大学文化交流センター談話室に集合、昼食しながら最終打合せを行うことにした。
- 4. 報告書は、公開研究会の発表後にまとめることにした。
- 5. 平成 20 年度（第 41 回）照明学会全国大会に、「アンケート調査」と「ヒアリング結果」の 2 テーマを講演申込することにした。

以上

屋外防災照明研究調査委員会 第 16 回 委員会議事録（案） （日本建築学会明視照明設計小委員会防災WG合同会議）

2008.3.13

報告者：塚田

日時：平成 20 年 3 月 11 日（火）、10：00～12：00

場所：関西電力 京都支店 8 階 会議室

議事内容：

- ・ 3 月 27 日の公開研究会のプログラムの説明を行った。
- ・ 公開研究会のパネルディスカッションの進行は土井委員長が行う。ディスカッションの討議項目をプロジェクターにて掲示することにした。担当は奥田委員とする。
- ・ 秋月委員と森下委員の事例紹介は重複する事例があるが、具体的な紹介は森下委員が行うこととする。
- ・ 当日会場にて質問事項の記入用紙を配布し、パネルディスカッション時に回答することとする。
- ・ 3 月 27 日（木）は、委員会メンバーは 11 時 30 分に大阪市立大学文化交流センター談話室に集合し、最終打合せを行うこととした。

以上

地方自治体アンケート調査表

【ご記入上のお願い】

- ご回答は、口内に レ印 をするか、() 内にご記入して下さい。
- 地域防災計画や屋外の防災照明や誘導標識等に関する各種基準、要綱等、また、照明設備や避難誘導標識などの資料写真などがありましたら、アンケート用紙と共に送って頂ければ幸いです。

このアンケートでいう屋外防災照明設備とは、停電を伴う大規模災害に備えて、ソーラー電源、予備電源等を備えた街路灯や避難場所の照明設備、避難経路や避難場所への誘導標識など、主として災害避難時の明かりの確保と円滑な避難誘導を目的として設置されている街路灯、誘導灯、誘導標識などで例示のようなものです。



誘導灯（例）

ソーラー街灯（例）

誘導標識（例）

避難場所案内図（例）

【ご回答者について】

- 1) 貴地方公共団体のご住所と名称をご記入下さい。

ご住所：〒

名 称

- 2) あなたのご所属、ご担当をご記入下さい。

ご担当部署名：

お名前：

TEL：

FAX：

E-mail：

1. 自主防災組織について

1-1) 自主防災組織は結成されていますか？

ある 検討中 ない

└─→ その結成率は (地区／全 () 地区中)

結成時期はいつ頃ですか 昭和・平成 () 年ごろ

1-2) 既にある、または検討中の自主防災組織の活動について (いくつでも)

- 避難路の検討
- 防災マップ・地域安全マップの作成
- 防災訓練の実施
- 要援護者への支援
- その他 ()

2. 地域防災計画における広域停電発生の想定について

1-1) 停電の影響を想定していますか？

はい 検討中 していない

はい、検討中の場合について、どのような項目ですか (いくつでも)

- ライフライン (動力、自家発、上下水道への影響) として
- 救助活動への障害
- 避難行動への障害
- 人的被害の拡大
- 避難所の運営への障害
- 災害対策室等行政主要部門の電源確保
- その他 ()

1-2) 停電の影響を何時間ぐらい想定されていますか？

- 1時間まで
- 3時間まで
- 6時間まで
- 12時間まで
- 1日程度

1日以上

1-3) 夜間避難訓練を実施されていますか？

している 検討中 していない
している、検討中の場合について

- | | |
|--|---|
| <p>①実施主体は？</p> <p>②実施頻度は？</p> <p>③その際、停電の想定は？</p> <p>④必要性を認識したのは</p> | <p><input type="checkbox"/> 行政主体</p> <p><input type="checkbox"/> 自主防災組織主体</p> <p><input type="checkbox"/> 行政と自主防合同</p> <p><input type="checkbox"/> 年1回</p> <p><input type="checkbox"/> 2～3年ごと</p> <p><input type="checkbox"/> 不定期</p> <p><input type="checkbox"/> 停電を想定している</p> <p><input type="checkbox"/> 停電を想定していない</p> <p><input type="checkbox"/> 阪神・淡路大震災</p> <p><input type="checkbox"/> 新潟県中越地震</p> <p><input type="checkbox"/> 学会などの提言</p> <p><u>していない場合の理由は</u></p> <p><input type="checkbox"/> 危険</p> <p><input type="checkbox"/> 必要性が低い</p> |
|--|---|

3. 停電時でも点灯可能な街路灯について

3-1) 停電時でも点灯する街路灯は管内に設置されていますか？

ある 検討中 ない

ある、検討中のものについては該当するものを○で囲むか、数字を記入してください。

	自然エネルギー利用		商用電源で充電
	ソーラー	風力	
設置灯数	灯	灯	灯
設置方法	電柱共架・専用柱	電柱共架・専用柱	電柱共架・専用柱
仕様の統一	統一・不統一	統一・不統一	統一・不統一
光源	LED ・ その他	LED ・ その他	LED ・ その他
点灯可能時間	時間	時間	時間
設置費用負担	通常予算・補助金	通常予算・補助金	通常予算・補助金
補助金の種類	宝くじ・NEDO・その他	宝くじ・NEDO・その他	宝くじ・NEDO・その他
メンテナンス	定期的・不定期・未実施	定期的・不定期・未実施	定期的・不定期・未実施

- 5-2) 設置主体は 行政 地域住民 行政と地域住民
 5-3) 費用負担は 行政 地域住民 行政と地域住民
 5-4) 助成金は 宝くじ NEDO その他 なし
 5-5) 維持管理は 定期的 不定期 未実施

6. 屋外の避難誘導灯について

6-1) 屋外の避難誘導灯は管内に設置されていますか？

- ある 検討中 ない

ある、検討中のものは

- LEDなど自照タイプ 再帰反射タイプ 蓄光タイプ

■設置されている標識の数

- ・LEDなど自照タイプ (基)
 ・再帰反射タイプ (基)
 ・蓄光タイプ (基)

■仕様を統一していますか

- している していない 分からない

■取り付け方法は（おおよその割合もご記入下さい）

- 電柱などに (約 割)
路面 (約 割)
塀・壁面など (約 割)
その他 () (約 割)

- 6-2) 設置主体は 行政 地域住民 行政と地域住民
 6-3) 費用負担は 行政 地域住民 行政と地域住民
 6-4) 助成金は 宝くじ NEDO その他 なし
 6-5) 維持管理は 定期的 不定期 未実施

7. 避難経路、避難場所を示した案内図について

7-1) 避難路、避難場所を示した案内図は設置されていますか？

- ある 検討中 ない

ある、検討中のものは

アンケート送付先地方自治体リスト

アンケート送付先 市町村リスト

東京都	八丈町 小笠原村 新島村 神津島村 三宅村	山梨県	甲府市 富士吉田市 甲州市 都留市 山梨市 大月市 鎌崎町 富士市 中道町 中央市 富士河口湖町 市川三郷町	長野県	阿智村 下條村 天龍村 碓氷村 軽井沢町 飯山町 大鹿村 南信濃村	静岡県	新居町 熱海市 三島市 富士宮市 伊東市 富士市 御殿場市 下田市 裾野市 東伊豆町 河津町 松崎町 西伊豆町 田原町 伊豆の国市 伊豆市 清水町 長泉町 小山町 芝川町 富士川町 岡部町 川根町 川根本町		
神奈川県	平塚市 小田原市 茅ヶ崎市 藤野市 厚木市 伊勢原市 海老名市 南足柄市 寒川町 大磯町 二宮町 中井町 大井町 松田町 山北町 鎌倉町 藤沢市 真鶴町 海老原町	長野県	諏訪市 岡谷市 諏訪市 伊那市 駒ヶ根市 茅野市 下諏訪町 富士見町 原村 高遠町 飯野町 真輪町 飯島町 南箕輪村 中川村 宮田村 松川町 高森町 阿南町	岐阜県	大垣市 下津村 天龍村 碓氷村 軽井沢町 飯山町 大鹿村 南信濃村	静岡県	静岡市 浜松市 沼津市 島田市 豊田町 焼津市 掛川市 高橋市 袋井市 湖西市 南伊豆町 大井町 牧之原市 御殿町 吉田町 愛川市 森町	愛知県	名古屋市長 豊橋市長 岡崎市長 一宮市長 瀬戸市長 半田市長 春日井市長 豊川市長 津島市長 碧南市長
山梨県	南都町 甲斐市 昭和町 南アルプス市 北杜市 道志村 西條町 忍野村 山中湖村 鳴沢村 上野原市	山梨県	諏訪市 岡谷市 諏訪市 伊那市 駒ヶ根市 茅野市 下諏訪町 富士見町 原村 高遠町 飯野町 真輪町 飯島町 南箕輪村 中川村 宮田村 松川町 高森町 阿南町	静岡県	静岡市 浜松市 沼津市 島田市 豊田町 焼津市 掛川市 高橋市 袋井市 湖西市 南伊豆町 大井町 牧之原市 御殿町 吉田町 愛川市 森町	愛知県	名古屋市長 豊橋市長 岡崎市長 一宮市長 瀬戸市長 半田市長 春日井市長 豊川市長 津島市長 碧南市長		

愛知県	刈谷市 豊田市 安城市 西尾市 清洲市 大山市 常滑市 江南市 小牧市 春日市 稲沢市 新城市 大府市 知多市 知立市 尾張旭市 高浜市 岩倉市 豊明市 日進市 田原市 東郷町 長久手町 豊山町 春日町 大口町 扶桑町 七支町 美和町 甚目寺町 東郷町 大治町 蟹江町 弥富市 飛鳥村 愛西市	愛知県	岡久比町 東瀬町 南知多町 美浜町 武豊町 一色町 吉良町 樽屋町 幸田町 三好町 龍岡町 春日町 小坂井市 御津町 津市 額田市 春日市 伊勢市 尾張市 松阪市 桑名市 新城市 尾張市 亀山市 鳥羽市 豊野市 水曾町 いなべ市 東員町 菰野町 朝日町 川越町 多気町 朝明町 大台町 玉城町 南勢町	三重県	大紀町 度会町 伊賀市 志摩市 紀北町 御浜町 紀宝町 津市 近江八幡市 東近江市 野洲市 伊賀市 安土町 日野町 菟王町 愛荘町 豊橋町 中良町 多賀町 米原市 京都市 大塚市 大塚市 堺市 岸和田市 吹田市 泉大津市 高槻市 貝塚市 守口市 玉木市 八尾市 富田林市 寝屋川市 河内長野市 松原市	大阪府	和泉市 船橋市 羽曳野市 門真市 摂津市 高石市 藤井寺市 泉南市 東大阪市 大塚狭山市 阪南市 忠岡町 熊取町 田尻町 岬町 太子町 河内町 千早赤阪村 兵庫県 神戸市 姫路市 尼崎市 明石市 西宮市 洲本市 加古川市 赤穂市 高砂市 播磨町 たつの市 淡路市 六甲市 南条町 南条町 吉野町	大東市	和泉市 船橋市 羽曳野市 門真市 摂津市 高石市 藤井寺市 泉南市 東大阪市 大塚狭山市 阪南市 忠岡町 熊取町 田尻町 岬町 太子町 河内町 千早赤阪村 兵庫県 神戸市 姫路市 尼崎市 明石市 西宮市 洲本市 加古川市 赤穂市 高砂市 播磨町 たつの市 淡路市 六甲市 南条町 南条町 吉野町
-----	---	-----	--	-----	---	-----	---	-----	---

奈良県	大磯町 下市町 十津川村 下北山村 上北山村	岡山県	玉野市 笠岡市 備前市 瀬戸内市 浅口市	香川県	さぬき市 小豆島町 まんのう町 三豊市 松山市 今治市 宇和島市 八幡浜市 西条市 大瀬市 伊予市 四国中央市 東温市 久万高直町 内子町 松前町 坂部町 伊方町 西予市 鬼北町 松野町 愛南町 高知市 室戸市 安芸市 南園市 土佐市 須崎市 四万十市 阿波市 吉野川市 美濃市 つるぎ町 三好市 東みよし町 北川村	高知県	馬路村 芸西村 香南市 香美市 本山町 大豊町 土佐町 いの町 香野町 中土佐町 佐川町 越知町 四万十町 津野町 日高村 黒瀬町 大月町 三原村 佐伯市 臼杵市 津久見市 宮崎県 宮崎町 新宮市 日南市 日向市 兩神町 門川町
和歌山県	和歌山市 海南市 橋本町 有田市 御坊市 田辺市 新宮市 紀伊勝野町 紀の川市 岩出市 かつらぎ町 九度山町 湯浅町 広川町 有田川町 美浜町 日高町 由良町 日高川町 みなべ町 印南町 白浜町 上富田町 すきみ町 串本町 磐智勝浦町 太地町 吉盛川町 北山村	広島県	呉市 竹原市 三原市 尾道市 福山市	愛媛県	松山市 今治市 宇和島市 八幡浜市 西条市 大瀬市 伊予市 四国中央市 東温市 久万高直町 内子町 松前町 坂部町 伊方町 西予市 鬼北町 松野町 愛南町 高知市 室戸市 安芸市 南園市 土佐市 須崎市 四万十市 阿波市 吉野川市 美濃市 つるぎ町 三好市 東みよし町 北川村	大分県	佐伯市 臼杵市 津久見市
岡山県	岡山市 倉敷市	山口県	周防大島町	高知県	高知市 室戸市 安芸市 南園市 土佐市 須崎市 四万十市 阿波市 吉野川市 美濃市 つるぎ町 三好市 東みよし町 北川村	宮崎県	宮崎町 新宮市 日南市 日向市 兩神町 門川町

合計 419市町村

現地調査写真（和歌山県）



串本町 津波避難タワー



串本町 誘導標識



串本町 避難経路の UPS 付街路灯



串本町 道路路面海拔表示



御坊市 避難場所案内図（再帰反射基材）



御坊市 津波浸水地域の海拔表示



御坊市 道路縁石のエッジポインター 同左 夜間点灯時の様子（緑光）
（ソーラー電源 LED）



御坊市 道路分岐点の誘導灯（LED） 同左 夜間点灯時



広川町 津波浸水地域の海拔表示



広川町 いなむらの火誘導灯
（ソーラー・風車ハイブリッド）

現地調査写真（静岡県 静岡市）



津波避難誘導板



津波避難誘導板



津波避難ビルの津波避難誘導板



清水駅の津波避難誘導板



清水駅前広域、周辺案内図



清水駅前広域案内図

現地調査写真（静岡県 沼津市）



避難路用太陽灯用照明



避難路階段部LED器具



避難誘導表示板



まもるタワー（水門）



まもるタワー周囲の太陽灯用照明

現地調査写真（静岡県 焼津市）



津波避難ビル表示板



避難地表示板



津波緊急待避施設



津波緊急待避施設用照明



備蓄倉庫の風力・太陽灯用照明



太陽灯用歩道用照明（大井川町）

A 避難誘導灯（高知市浦戸東地区）



A-1 ソーラー式避難誘導



A-3 ソーラー式避難誘導灯



A-2 ソーラー式避難誘導



A-4 ソーラー式避難誘導灯



A-5 ソーラー式避難誘導灯（夜間）

B 避難誘導標識（高知市浦戸東地区）



B-1 避難誘導標識



B-4 避難誘導標識



B-2 避難誘導標識



B-5 避難誘導標識（夜間）



B-3 避難誘導標識

C その他標識（高知市浦戸東地区）



C-1 蓄光型誘導標識



C-3 蓄光型誘導標識



C-2 蓄光型誘導標識（夜間）



C-4 避難場所のお知らせ



C-5 避難マップ作成用標識

D 避難経路（高知市浦戸東地区）



D-1 避難経路



D-2 避難経路



D-3 避難経路



D-4 避難経路



D-5 避難経路

E その他防災設備（高知市浦戸東地区）



E-1 津波避難場所 水銀灯



E-4 ホース格納庫



E-2 つ波避難場所 防災倉庫

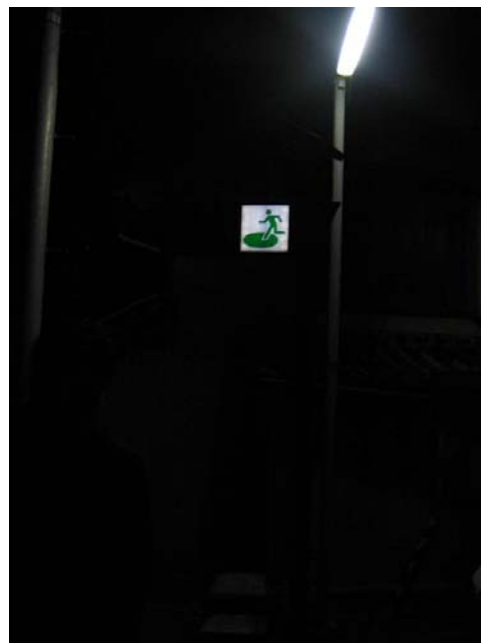


E-3 津波避難場所 櫓

F 避難誘導灯（徳島県美波町）



F-1 避難誘導灯



F-4 避難誘導灯（夜間）



F-2 避難誘導灯



F-5 ソーラー式非常照明



F-3 ソーラー式非常照明



F-6 ソーラー式非常照明（夜間）

G 避難誘導標識（徳島県美波町）



G-1 避難誘導標識



G-3 避難誘導標識



G-2 避難誘導標識



G-4 津波避難場所地図



G-5 避難場所案内図

H その他防災設備（徳島県美波町）



H-1 想定津波高さ表示



H-3 経験及び想定津波高さ表



H-2 想定津波高さ表示



H-4 経験及び想定津波高さ表示
(新設避難経路)



H-5 ホース格納庫及び
経験津波高さ表示



H-7 津波避難階段及び渡り廊下
(左：町役場 右：幼稚園)



H-6 新設避難経路
踏面端部蓄光素材



H-8 津波避難渡り廊下
(左：幼稚園 右：町役場)