

連続的な発光誘導サインの製作と避難誘導計画への応用

東北工業大学大学院
ライフデザイン学研究科
デザイン工学専攻
福祉デザイン計画分野
永山 雅大

連続的な発光誘導サインの製作と避難誘導計画への応用

デザイン工学専攻 福祉デザイン計画分野

145901 永山 雅大

目次

第1章 序論

1.1. 研究の背景	2
1.2. 研究の目的	2
1.3. 避難誘導サインに関する先行研究および LED 発光型道路鋲の従来製品	3
1.3.1. 避難誘導サインに関する先行研究	
1.3.2. LED 発光型道路鋲の従来製品	
1.3.3. 道路鋲型発光誘導サインへの応用	
1.4. 研究の方法と構成	7
第1章の引用文献	

第2章 調査分析

2.1. はじめに	1 1
2.2. 東日本大震災被災地の調査	1 1
2.2.1. 宮城県沿岸部被災地域調査	
2.2.2. アンケート・シナリオ調査	
2.2.3. 津波対応避難誘導サイン設置基準調査（宮城県を対象として）	
2.2.4. 東日本大震災被災地の調査結果考察	
2.3. 追加調査	2 0
2.3.1. アンケート追調査	
2.3.2. 南海トラフ地震対象地域の調査	
2.3.3. 追加調査結果の考察	
2.4. 避難行動中における特性抽出実験	3 8
2.4.1. 避難行動中における視線位置確認実験	
2.4.2. 特性抽出実験考察	
2.5. 調査分析・特性抽出実験結果の考察	4 4
第2章の引用文献	

第3章 広域災害用避難誘導サインのデザイン条件

3.1. 避難誘導サインのデザイン条件	5 1
第3章の引用文献	

第4章 避難誘導サインユニットのデザイン試作と検証実験

4.1. はじめに	5 7
4.2. 避難誘導サインユニットの試作	5 7
4.2.1. U字溝蓋型避難誘導サインユニット	
4.2.2. 道路鋲型避難誘導サインユニット	
4.2.3. 実用モデルの選定	

4.3. 道路鉦型避難誘導サインユニットの検証実験	6 4
4.3.1. 避難誘導サインユニット視認性検証実験	
4.4. 避難誘導サインユニットの改良に向けた考察	6 8
4.4.1. 改良への必要条件	
4.4.2. サインユニットの改良条件	
第4章の注引用文献	
第5章 改良型避難誘導サインユニットの製作と実験	
5.1. はじめに	7 1
5.2. 改良型避難誘導サインユニットの特徴と製作	7 1
5.2.1. 改良型避難誘導サインユニットの特徴（道路鉦型）	
5.2.2. 改良型避難誘導サインユニットの使用方法的検討	
5.3. 改良型避難誘導サインユニットの検証実験	7 5
5.3.1. 模擬避難経路を用いた検証実験	
5.3.2. 模擬避難経路を用いた検証実験結果の考察	
5.4. 改良型避難誘導サインユニットの製作と実験の考察	8 3
第5章の引用文献	
第6章 実用化に向けた構想	
6.1. はじめに	8 6
6.2. 実験から得られた課題への対応策	8 6
6.3. 実用化に向けた提案	8 7
6.3.1. 道路鉦型避難誘導サインユニット生産モデル仕様	
6.3.2. 誘導サイン敷設構想図	
6.3.3. 広域災害以外における使用提案	
6.4. 実用化に向けた課題	9 4
第6章の引用文献	
第7章 結論	
7.1. 結論	9 7
引用文献および参考文献	
謝辞	
学会投稿論文および学会発表リスト	
資料	
2011年 アンケート調査資料	10 9
2011年 シナリオ調査資料	11 1
2014年 アンケート追加調査資料	11 5
南海トラフ地震対象地域調査各地区詳細	11 7
道路鉦の特徴比較	12 9
道路鉦型避難誘導サインユニット視認性検証実験アンケート資料	13 2
改良型避難誘導サインユニット検証実験アンケート資料	13 5

第 1 章

序論

1.1. 研究の背景

1.2. 研究の目的

1.3. 避難誘導サインに関する先行研究および LED 発光型道路鋳の従来製品

1.3.1. 避難誘導サインに関する先行研究

1.3.2. LED 発光型道路鋳の従来製品

1.3.3. 道路鋳型発光誘導サインへの応用

1.4. 研究の方法と構成

第 1 章の引用文献

第1章 序論

1.1. 研究の背景

2011年3月11日に発生した南三陸沖を震源とする地震（気象庁発表：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震）は、国内観測史上最大規模（宮城県栗原市において震度7を観測）であった。この地震により発生した津波は、東北地方沿岸部に到達し、川の遡上などにより広域にわたり甚大な被害をもたらした（以下：東日本大震災）。東日本大震災による死者数は15,827人（2016年3月現在）¹⁾に上り、死因の90%以上は溺死²⁾である。

津波や洪水などの災害に対しては、より高い位置への円滑な避難が必要とされ、特に海拔の低い沿岸部や河川の周辺は、津波や洪水の災害に対し緊急性が高く円滑な避難が必要とされる。しかし、東日本大震災発生当時の沿岸には、津波・高波を示す看板、避難経路を示すサインおよび情報表示板は設置されているが避難経路・避難ルールが明確に定められていない場合や夜間の視認性不足など、避難誘導に対し十分と言えない環境が多くある。

東日本大震災と同等かそれ以上の規模で近年懸念されている、南海トラフ地震等、津波災害への避難誘導を考えるにあたり、これまでの避難誘導方法の在り方を再考し、より有効的な避難誘導が必要となる。これまでの避難誘導サインは、警告文、避難経路図、道路標識など既存の物を応用する事が多く、サインは避難想定経路上の主な誘導地点に要所々々設置されていた。非常時（避難行動中）に文章による避難方法を読解することは難しく、危険を知らせるピクトグラムも、内容の認識とその後の避難行動に繋がらなければ機能しない。このような状況では、適切に安全な場所まで避難誘導することが難しく、避難経路の間違いや、車の使用による渋滞などを引き起こす要因となっていた。

以上から、これまで用いられている避難誘導サイン（文字、ピクトグラム）に加え、避難経路の容易な理解を促す避難誘導サインの方法を提案することで、広域災害において避難誘導を円滑に行うための解決に繋がると考えた。

1.2. 研究の目的

本研究は、東日本大震災を経験した教訓と、現地調査やアンケート調査を行い抽出された条件から、広域災害時に必要となる避難誘導サインのデザイン条件を導いた。得られたデザイン条件を用い従来の避難誘導方法（文字やピクトグラム）に加え、既存のサインと併用し避難誘導時に連続的に発光する新たな誘導サインの提案を試みた。そして、広域に発生した津波などの災害時において、提案する誘導サインが沿岸部や河川河口付近の住民、工場などの従業員、外来者らを容易に適切な方向へと避難誘導することを可能とする避難誘導計画への応用に対し、有効性を示すことを目的としている。

1.3. 避難誘導サインに関する先行研究およびLED発光型道路鈔の従来製品

1.3.1. 避難誘導サインに関する先行研究

避難誘導サインについての代表的な研究として、太田らによる“避難誘導サイン・トータルシステム”³⁾、が挙げられる。避難誘導サインは、従来のピクトグラムを中心に全国標準の非常口から避難場所サインまでの災害時のサインデザインと平常時の景観を損ねないサインシステムとして、社会実験の結果も踏まえ検討している。避難誘導サインは、階段、床面、壁面、天井、路面縁石、電柱、マンホール、街灯ポール、ガードレールなどに設置され、サインの設置位置、場所等は、高齢者、子ども等の利用も考慮し、設置の高さや見やすさを社会実験等で確認をしながら決め、約30種類のサインが作られている。

作られた誘導サインについて、昼夜を通した生活で避難所の認識を持つことを避難に有効と捉えている。基本的な避難場所サインの規格を統一した上で、夜間でも表示を見やすくするために蓄光顔料を使用し、電源がなくても光る特性を活かし、災害時の真っ暗な中でも、しばらくの間薄緑色の光りを発し、そのサインが暗闇の中でも連続的に光り、避難者が避難所まで自力で到着できるよう検討している。太田らの研究では、2回の社会実験を踏まえ、提言をまとめている。

提言1：大規模災害の再発が懸念される今日、非常口から避難場所までの避難誘導の手立てが全国的に空白の状態にあり、屋内外一貫の体系的見直しが必要である。

提言2：その空白を埋め人命を守る対策として全国展開可能な避難誘導サイン・トータルシステム導入を国家レベルで早急に検討、実施する必要がある。すべての人が理解し減災できるトータルサインシステムを推進するための官民協働の迅速な組織作りも同時に極めて重要である。

提言3：南海トラフ大地震等の防災対策として、すでに関係自治体により施工されている「津波標識」が、一般住民にとって津波の危険を知らせるデザインとして認識されていないことが判明した。早急に適切なデザインを完成させ、一刻も早く更新する必要がある。

太田らの研究において提言している、提言1の非常口から避難場所までの避難誘導の手立てに空白がある点、および提言3の南海トラフ大地震等の防災対策ですでに施工されている「津波標識」が危険を知らせるデザインとして認識されていない点、の2点については、本研究においても同様の懸念が調査結果から得られており、共通の課題として捉えることが出来ると考える。

他にも、田口らによる“防災サイン研究 避難場所誘導サインシステムの開発”⁴⁾、外国人に焦点をあてた、吉田らによる“外国人の防災意識を高める避難誘導標識の提案”⁵⁾及川らによる“避難誘導のための標識デザインに関する考察～日米調査に基づく再検証～”⁶⁾

がある。これらの避難誘導サインも、従来のピクトグラムや文脈を用いた、ピクトグラムの理解度調査や、サインの整理、文脈の調整を主として挙げており、従来の避難誘導サインから大きく変わるものではない。

また、東日本大震災以後、全国の防災計画の見直しが行われており、各都道府県や市町村でハード対策、ソフト対策がたてられている。それに伴い、日本海側においても防災意識の高まりに応じて、研究が行われている。藤田らによる“沿岸地域における避難誘導のあり方に関する基礎的研究 - 福井県高浜町和田地区をケーススタディとして - ”⁷⁾では、沿岸地域に位置する福井県高浜町和田地区をケーススタディとして、避難時のサインや避難施設の位置、道路幅員等を把握し、現地調査により課題を明らかにすることで、沿岸地域における避難誘導システムの検討を行い、災害時の安全かつ円滑な避難計画の提案と、調査対象地区への事例適応の可能性を模索している。研究の中であげられた課題は、1, 地区内から指定避難場所までの道のりが悪い（階段、踏切、場所によって一度海側へ進行しなければならないなどの障害）。2, 地区内に設置されている避難誘導サインが少なく当該地区に訪れた外来者の避難が遅れる。3, 地区内の避難誘導サインの更新が行われておらず、避難者の混乱を招く。などが挙げられている。これらの課題は、本研究で調査した、南海トラフ地震対象地域の調査（太平洋側、名古屋から浜松にかけて）でも同様の課題があげられており、現状の沿岸地域の課題として捉えることが出来ると考えられる。

さらに、東日本大震災の地域では、平成 27 年 9 月に“石巻市防災サイン整備施行実験”⁸⁾が行われている。実験内容は、平成 27 年 3 月に策定された“石巻市防災サイン基本計画”⁹⁾に基づき実施計画を行う中、基本計画で定めた案が、机上のものではなく、効果的であり、実用性のあるものであることを検証する目的で行われ、石巻市内において、基本計画において定めた防災サインのシステム、サイズや表現におけるデザイン等について、市民や来訪者を対象に調査を行っている。従来のサイン（ピクトグラム）を中心に設置箇所やピクトグラムの図案などの検証を住民と行い、石巻市においてより有効的なサインとなるよう検討されている。

避難誘導サインについてのどの研究においても、従来のピクトグラムの活用を主としており、そこへ新たな考えに基づいた形態の避難誘導サインを用いることで、避難誘導の円滑化への可能性が提案できると思われる。

避難誘導サインに光を用いた研究（ピクトグラム等の発光）は、小林らによる“自光型避難誘導標識の設計・試作”¹⁰⁾、上島らによる“蓄光式避難誘導標識の視認性に関する研究”¹¹⁾、菊地らによる“夜間における効果的な津波避難誘導標識に関する研究”¹²⁾、などがあげられる。

これらの研究においての光の与え方は、蓄光塗料を用いるか、有機ELもしくはLEDを光源とし、従来の避難誘導サインに用いられているピクトグラムを発光させることで、夜間の視認性を向上させることを目的としている。しかし、避難経路上に用意するサインとして新たなサインのデザインを行ってはいない。

また、ロービジョン者を対象とした研究として、岡らによる“ロービジョン者を対象とした自発光型発光体をもたらす夜間の視認効果について”¹³⁾や“視認性から見た自発光鋸の歩行環境整備に関する研究”¹⁴⁾があり、夜間の道路照明環境は、ロービジョン者にとって安心感が得られる歩行環境にあるとは言えず、ロービジョン者の夜間歩行の安全性を高めるため、夜間の歩行環境下でのロービジョン者の視活動の検証、歩行特性を把握している。ロービジョン者が如何なる視覚的要素を手がかりにしているか、自発光型発光体を用いた屋内での基礎実験と夜間の屋外での視認評価実験を行っている。結果から、歩車道境界端部に敷設したLED内蔵の道路鋸の点滅光が、残存視力に頼る傾向があるロービジョン者にとって、歩行時の不安さ・不便さを解消するための効果的な視覚情報としての有効性が期待できると示している。ロービジョン等の視覚障害者に対しても発光形式のサインは一定の有効性が得られることが考えられる。

LED発光式道路鋸についての研究は、鈴木らによる“安全横断支援のためのLED発光式道路鋸による横断歩行者注意喚起システムに関する検証”¹⁵⁾があり、道路鋸を用いて注意喚起を主に行うことを目的としている。研究内では、安全不確認・歩行者優先無視等に起因する歩行者事故防止の対象として、誘目性の高いLED発光型道路鋸により横断歩行者の存在をドライバに注意喚起する横断歩行者注意喚起システムについて検討している。対象としたのは、ラウンドアバウト型交差点をフィールドとした際のシステムの検出性能、利用者の受容性、システムの有効性等について検証を行い、結果より、利用者のから比較的高い受容性とシステム設置により以前より安全確認を行うようになった。また安心感が高まったと回答が得られている。

さらに、上記論文をもとに“歩行者の安全な横断を支援する横断者感知式注意喚起システムの開発、高知県の国道で実導入 - 横断歩行者の事故削減に期待 - ”¹⁶⁾としてドライバへの注意喚起として実導入がなされている。

発光点滅を避難誘導に用いた研究では、原氏による“光点滅走行式避難誘導システム”¹⁷⁾が挙げられる。主に室内における避難誘導時に、廊下部分の床、または、壁の下部に連続して設置した光源を順次点滅し、誘導効果が得られることの確認と、光源の大きさ、輝度、配置間隔、点滅走行速度等の条件を見出すこと、曲がり角や分岐点における効果の確認、光源の配置場所、点滅の循環する灯数などの条件を定めることを目的としている。屋内の

閉鎖された条件下の中で、屋外までの経路を誘導することを目的としているため、これまで屋内で用いられてきた従来のピクトグラム同様に、屋外環境へ直接転用できるものではない。

1.3.2. LED 発光型道路鋏の従来製品

本研究では、後述する第2章の調査から抽出された条件から、第3章で広域災害時に必要となる避難誘導サインのデザイン条件を導き、デザイン条件をもとに連続的に発光する避難誘導サインの提案を行っている。サインは従来のピクトグラムと併用し使用する、発光の連続性を用いたサインユニットを検討し、その形状に道路上の設備である道路鋏を参考とした。

すでに製品化され使用されているLED発光型道路鋏については、施工方法として地中埋込型と地上貼付け型に分けられ、殆どのものがソーラーパネルにより給電を行っている。使用のタイミングは、いずれも夜間の使用を前提としており、設置箇所は主に車道用（センターライン、分離帯、交差点内、縁石上など）の物が多く、若干数ではあるが歩道に使用する物もある。機能としては、注意を促すことを目的としたものが殆どであり、道路鋏を用いて誘導を行うことを念頭に作られた製品は確認出来ない。

表 1-1 道路鋏の特徴比較からの抜粋 (pp.129-131 表 資料-6)

	商品画像	商品名称	会社名	付属情報	昼夜		使用場所		機能	
					昼間	夜間	車道	歩道	注意	誘導
3		ソーラーLEDブロック	岩崎電気株式会社	普段は注意喚起を行い、非常時には誘導灯としても使用可能		○		○	○	○
6		アポロバルス KLT-1CT	株式会社キクテック	センター鋏 地中埋込形 直線・カーブ用有り		○	○		○	
18		CVRS-AFシリーズ	株式会社クリーンベンチャ	地上貼付形 超薄型 (9mm)		○	○		○	
18		マープオクト	日本ライナー株式会社	地中埋込型 赤色レンズにより昼間でも交差点の位置を確認可能	○	○	○		○	
23		エッジポイント	積水樹脂株式会社	地上貼付形 縁石鋏		○	○		○	
33		セーフアイ SZY	大塚刷毛製造株式会社	地上貼付形 道路上の注意喚起が必要なところへの設置		○	○		○	

1.3.3. 道路鋏型発光誘導サインへの応用

先行研究で行われていた避難誘導サインに関する研究は、従来のピクトグラムの活用を主としており、サインの発光を検討している研究においてもピクトグラムを発光させることにより視認性の向上を行うことを目的としている。また、ロービジョン者において点滅発光が効果的な視覚情報として機能する点や、LED発光式道路鋏の研究も注意喚起が主としていること、誘導に関しても室内の検討が主であることが挙げられる。さらに、従来製

品においても夜間の注意喚起が主となる。

本研究では、従来の避難誘導サインと併用する事が出来る、ピクトグラム等以外のサインとして、道路鋸に着目し、避難開始をいつでも行えるよう、昼夜に渡る使用と発光点減の屋外における避難誘導へ応用することで、避難誘導の円滑化につながると考えた。

1.4. 研究の方法と構成

本研究は、1.1. で述べた目的のため、東日本大震災被災地の調査、既存のサインやその影響、アンケート調査、広域災害が予見される他地域の調査、避難行動中の特性抽出実験から、避難誘導に求められる条件を明らかにし、デザイン条件を定めた。

次に、従来のサイン、ピクトグラムと併用できる発光型避難誘導サインユニットの試作を行い、サインユニットを用いた避難誘導の検証実験と検証から改良点を抽出し、改良点を踏まえた改良型サインユニットの試作と再度検証実験を行った。

最後に、生産モデルの提案と避難誘導サイン敷設構想を行った。

本論文の構成は、下記に示すとおりである。

第1章では、本研究の背景を述べ、東日本大震災による災害の状況からデザインの観点から必要とされる項目と、避難誘導サインに関する先行研究やLED発光型道路鋸の従来製品に触れ、本研究の目的と位置付けを示している。

第2章では、東日本大震災被災地域の避難誘導サイン調査、東日本大震災被災者への避難に関するアンケート・シナリオ調査、宮城県を対象とした津波対応避難誘導サイン設置基準調査を行い、東日本大震災によって明確となる避難誘導に対する課題を考察した。また、アンケートの追加調査を行うと共に東日本大震災以外の対象として南海トラフ地震対象地域の調査を行い、現段階における当該地域での地震・津波に対する考え方と備えの状況を明らかにした。次に、アンケート調査結果の「低い」という項目に対し検証を行うため、特性抽出実験を行った。以上の調査分析および特性抽出実験結果から、避難誘導サインに求められる条件を求めた。

第3章では、第2章の調査分析から得られたデータをもとに、広域災害用避難誘導サインに求められるデザイン条件を明確にした。

第4章では、第3章で得られたデザイン条件をもとに、路面上設置を行う連続発光式避難誘導サインユニットを試作した。試作ユニットを用いた検証実験を行うことで、避難誘導サインユニットの有効性を検証し、より実用的なユニットとするための改良点を抽出した。

第5章では、第4章から得られた改良点をもとに、改良型避難誘導サインユニットの再試作と実験を行った。改良型の試作サインユニットを用いた検証実験では、模擬的に実験経路を設け、避難行動を想定した実験を行った。そしてサインユニットの有効性を検証すると共にさらなる改良点を見出した。

第6章では、第5章で得られた改良点に対する対応策と、連続発光を用いた避難誘導方法の実用化に向けた提案を試みた。

第7章では、各章で得られた知見を要約し本論文の結論とした。

第1章の引用文献

- 1) 警視庁：東日本大震災に伴う警察措置 2 被災地における安全と秩序の確保、復興に向けた取組, p.12, 2016
- 2) 内閣府：平成 23 年版防災白書（「防災に関してとった措置の概況」及び「平成 23 年度の防災に関する計画」）概要, p.3, 2011
- 3) 佐々木美貴, 太田幸夫, 牧谷孝則：避難誘導サイントータルシステム, 日本デザイン学会 デザイン学研究, 2014
- 4) 田口敦子, 佐藤優, 松澤穰, 宮沢功：防災サイン研究 避難場所誘導サインシステムの開発, 多摩美術大学起用 第 13 号, pp.181-217, 1998
- 5) 吉田瑠美, 王月, 今出圭祐, 木谷康二, 藤戸幹雄：外国人の防災意識を高める避難誘導標識の提案, 日本デザイン学会 第 58 回研究発表会, 2011
- 6) 及川康, 片田敏孝, 西沢篤：避難誘導のための標識デザインに関する考察～日米調査に基づく再検証～, 日本災害情報学会誌「災害情報」, No.15-(2), pp.173-185, 2017
- 7) 藤田和秀, 吉村朋矩, 三寺潤, 池田岳史：沿岸地域における避難誘導のあり方に関する基礎的研究 - 福井県高浜町和田地区をケーススタディとして -, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画報告集 No.15, pp.341-344, 2017
- 8) 石巻市：石巻市防災サイン整備施行実験, 2015
- 9) 石巻市：石巻市防災サイン基本計画, 2015

- 10) 小林丈士,五十嵐美穂子,宮島良一:自光型避難誘導標識の設計・試作,東京都立産業技術研究センター研究報告,第2号,2007
- 11) 上嶋一生,藤田晃弘,竹内信義,村山秀彦,金坂番里:蓄光式避難誘導標識の視認性に関する研究,人間工学 第40巻 特別号 ,pp.350-351,2004
- 12) 菊池諄光,桜井慎一,寺内将貴:夜間における効果的な津波避難誘導標識に関する研究,日本大学理工学部 学術講演会論文集 ,pp.619-620,2014
- 13) 岡 正彦,酒井 宏:ロービジョン者を対象とした自発光型発光体がもたらす夜間の視認効果について,日本建築学会計画系論文集 第74巻 第642号 ,pp.1743-1749,2009
- 14) 井戸 章博,岡 正彦,池田 典弘,荻野 弘,北畠 正巳:視認性から見た自発光鋸の歩行環境整備に関する研究,土木学会,2011
- 15) 鈴木一史,田中淳,泉典宏,金澤文彦:安全横断支援のためのLED 発光式道路鋸による横断歩行者注意喚起システムに関する検証,土木計画学研究・講演集 45巻,2012
- 16) 名古屋大学,KICTEC,株式会社オリエンタルコンサルタンツ:歩行者の安全な横断を支援する 横断者感知式注意喚起システムの開発、高知県の国道で実導入 - 横断歩行者の事故削減に期待 -,2014
- 17) 原 雅男:光点滅走行式避難誘導システム,照明学会誌 79巻 (1995) 9号 pp. 525-531, 1995

第2章

調査分析

2.1. はじめに

2.2. 東日本大震災被災地の調査

2.2.1. 宮城県沿岸部被災地域調査

2.2.2. アンケート・シナリオ調査

2.2.3. 津波対応避難誘導サイン設置基準調査（宮城県を対象として）

2.2.4. 東日本大震災被災地の調査結果考察

2.3. 追加調査

2.3.1. アンケート追調査

2.3.2. 南海トラフ地震対象地域の調査

2.3.3. 追加調査結果の考察

2.4. 避難行動中における特性抽出実験

2.4.1. 避難行動中における視線位置確認実験

2.4.2. 特性抽出実験考察

2.5. 調査分析・特性抽出実験結果の考察

第2章の引用文献

第2章 調査分析

2.1. はじめに

調査分析では、広域災害時に必要となる避難誘導サインに対する条件をあらためて明確にし、次章の避難誘導サインのデザイン条件設定に繋げることを目的としている。調査内容は、東日本大震災発生後の被災地域の調査、東日本大震災被災者への避難に関するアンケート・シナリオ調査、宮城県を対象とした津波対応避難誘導サイン設置基準調査を行い、東日本大震災によって明確となる避難誘導に対する要素を考察した。また追加調査として、アンケートの追加調査。さらに、東日本大震災以外の広域災害が予測される地域の調査として南海トラフ地震対象地域の調査を行い、現段階における地震・津波に対する考え方と備えの状況の整理および考察を行った。これらの調査内容および考察から、広域災害時における避難誘導サインに求められる条件の明確化を行う。

2.2. 東日本大震災被災地の調査

被災地域調査は、東日本大震災被災地における現状と避難誘導サインの状況確認を目的に実施した。宮城県岩沼市から石巻市(2011年4月・8月)、宮城県南三陸町から気仙沼市までの沿岸(2012年5月)および岩手県陸前高田市までの沿岸(2012年8月)について車両を用い、確認可能な被災カ所について状況確認を行った。特に、宮城県内沿岸は、2011年4月上旬から被災地域の立ち入り禁止解除と一般車両用燃料の供給が再開されたことから順次調査を開始した。

名取市沿岸を調査地とした理由は、東日本大震災発生以前の2007～2009年の間、研究協力者である永山広樹氏が、名取市からの依頼によって“名取市公共サイン策定調査・基本計画・実施設計”¹⁻³⁾を実施したことにより、震災前の名取市沿岸地域の情報があり、震災前と震災後の比較が行えるためである。また、七ヶ浜町沿岸を調査地とした理由は、地形的特徴として名取市が平野部の津波被害であるが、七ヶ浜町は半島が特徴の地形であり海岸線から数百メートルの距離に高台が位置していることから平野部との避難について差異があるため選定した。併せて、両地域を選定したもう一つの理由は、2011年4月当時車両用燃料供給は、まだ不十分であったことから我々が居住・勤務している場所から調査可能な地域周辺を中心としたためである。

調査の内容は、名取市および七ヶ浜町地域における被害状況の確認と被災地域避難誘導サインの実態調査(残存誘導サインの確認)である。

2.2.1. 宮城県沿岸部被災地域調査（2011年4月～8月）

(1) 宮城県名取市沿岸調査

2011年4月と8月、名取市閑上地区から名取市北釜地区までの沿岸調査を実施した。調査の目的は、津波が及ぼした沿岸部被害状況の確認および津波発生以前の避難誘導サインの確認である。調査方法は、各回とも被災地現場を徒歩および車両移動によって周り、目視にて行った。

名取市名取川河口の閑上地区は、河川に隣接する、海拔が低い平坦な地形であり、広浦（内湾）（図2-1）に面した地区である。また、漁港と住宅が立ち並んだ海辺の地域である。

被災状況は、津波の高さが約9.1mであったこと、沿岸から内陸まで海拔3m以下の野が続くことから、海岸線から約5kmにある仙台東部道路までの全域に津波が到達した。学校など大規模な公共施設や鉄筋・コンクリート製の企業ビル以外は、建物基礎部分を残してほとんどが流されている。漁港施設など公共施設も健在の建物はなく、殆どが外観を残すのみである。避難誘導サインはそのほとんどが流出しており、調査段階で現存しているものは確認出来ない。当時の避難においては、地区の特徴から低層住宅が多く、津波の高さよりも高い建物（場所）に避難することが困難な地域であり、高校や小・中学校校舎へ避難が行われた（図2-2～2-7）⁴⁾。



図 2-1 閑上地区パノラマ



図 2-2 広浦北部



図 2-3 閑上漁港跡



図 2-4 閑上漁港周辺



図 2-5 閑上地区内貞山運河



図 2-6 閑上住宅地内



図 2-7 閑上 日和山

(2) 仙台市七ヶ浜周辺の調査

2011年8月、七ヶ浜町沿岸の調査を実施した。調査の目的は、名取市沿岸の平野部に対し七ヶ浜町は半島が特徴の地形において被害状況確認、避難経路および避難誘導サインの確認である。調査方法は、被災地現場を徒歩および車両移動により、目視にて行った。

七ヶ浜町は半島部の地域で、海岸線から100～200m程の場所に高台が存在する。高台と沿岸共に住宅が在り、沿岸の海拔が低い地区の住宅は基礎を残して流されている。避難誘導サインは、防波堤へ固定され設置しているものは残存していたが、自立式のサインは流出または変形している。当時の避難においては、各地区において東日本大震災以前より避難計画が整えられており、避難訓練も行われていた。多くの住民が避難計画に基づき、適切な避難が行えた（図2-8～2-14）⁵⁾。

(1) 宮城県名取市沿岸調査および(2) 仙台市七ヶ浜周辺の調査の分析を表2-1に示す。



図 2-8 七ヶ浜地区パノラマ



図 2-9 七ヶ浜住宅地



図 2-10 七ヶ浜住宅地



図 2-11 七ヶ浜海水浴場



図 2-12 沿岸設備







図 2-13 七ヶ浜地区避難路



図 2-14 七ヶ浜地区避難路

表 2-1 東日本大震災被災地の調査分析

場所		地域特性	現状の避難環境	避難誘導に求められる条件	固有の避難サイン条件	共通する避難サイン条件
宮城県名 取市沿岸 部	海岸から 右記撮影 位置まで 約800m		<p>適切な誘導サイン、適切な避難経路、適切な避難建物が設置されていない。</p> <p>従来の避難誘導サインでは、避難指示に対する情報量が少なく、適切な方向へ避難移動することが難しい。</p> <p>震災後残された設備は、主に路面しか確認出来ない。</p>	<p>津波の到達前に、想定される波の高さ以上の堅牢な建物の設置。</p> <p>長い距離を、短時間に間違いなく避難移動のできる避難経路と誘導サインの設置。</p>	<p>歩行者は、周辺津波避難施設への誘導。</p> <p>車は、津波到達範囲外への誘導。</p>	津波避難施設までの避難経路の明確化と適切な避難方向への誘導。
						
宮城県宮 城郡七ヶ 浜町沿岸 部	海岸から 右記撮影 位置まで 約90m		<p>高台の安全な避難位置の視認は、道路上から容易に確認でき進行方向を定めやすい。</p> <p>避難経路が限られているので、緊急時、選択した道が避難場所に通じているのか確認することが難しく、間違ったとき、正しい経路に復帰することが難しい。</p> <p>震災後残された設備は、主に路面しか確認出来ない。</p>	避難経路の明確化と、適切な誘導サインの設置。	歩行移動を原則とした、周辺の高台を活用した避難誘導。	津波避難施設までの避難経路の明確化と適切な避難方向への誘導。
						

2.2.2. アンケート・シナリオ調査

避難行動と関連した避難誘導サインに求められる要素を明確にする目的として、東日本大震災発生時避難行動をとった宮城県内の避難者（東北工業大学学生）を対象に2011年4月にアンケート調査およびシナリオ調査を行った。

(1) 2011年アンケート調査

2011年4月、東日本大震災発生時に避難行動をとった人を対象に行った。調査の目的は、実際の避難行動中から捉えることが出来る、避難誘導サインに求められる条件を明確にすることである。調査方法は、東日本大震災の状況を踏まえ、東日本大震災発生当時に対象者が居た場所から避難所まで避難する際、避難誘導サインに求める条件について、38項目の心理イメージ言語（表2-2）から7項目を選択することとした。

心理イメージ言語、38項目の抽出については、直感的に注目した言語を選択することにより、より東日本大震災直後の心情（本音や主観）に重点をおいて被験者の注目する言語を要素化することを念頭においた。心理イメージ言語の抽出根拠は、「避難」「誘導」「サイン」などを条件に、該当すると考えられる対の言語を出来るだけ多く見出し、その後避難時の行動心理が適切に求められると考える単語を選択した結果38語となった。7項目は、表に示した語群から対象者が直感的に選択するにあたり、7語程度が適切な数とし抽出した。

アンケート調査用紙は、資料-1を参照のこと。

表2-2 アンケート用心理イメージ言語

理解できる	脈絡のある	守られた	美しい	軟弱な
読みやすい	無理のない	直感的な	質素な	バランスの悪い
大きい	複雑な	安全な	普段から見る	誘導的な
低い	簡単な	安心な	思考的な	強制的な
洗練された	遠くから分かる	地域性のある	瞬時にわかる	視認性の高い
高い	バランスの良い	鮮明な	物々しい	親切的な
調和のとれた	意識しなくとも気付く	年配に配慮した	頑丈な	綿密な
環境に配慮している	コミュニティがある	子供に配慮した		

・調査結果

（対象人数：19人 年齢：20歳代 性別：男16, 女3）

2011年は、震災直後の状況下においてアンケートに協力して頂ける方の内、避難行動をとったことを条件とし、選んだ対象者が19名となった。

アンケート調査結果から回答が多い7項目は、1. 瞬時にわかる、2. 意識しなくとも気付く、3. 視認性の高い、4. 理解できる、5. 強制的な、6. 地域性のある、7. 低い、である。

「7.低い」との回答項目に被験者1名から「避難行動時における視界の範囲は目線より下を向いていた」とのコメントがあった。説明を求めると、避難行動時、自分の足元や前方を進んでいる人の背中などを見ていることが多く、そのため避難誘導サイン（看板）を見逃し、遠くの避難所まで進んだ場合があるとの回答であった。

(2) 2011年シナリオ調査

2011年4月、アンケート調査対象者の中から協力を得た10名にシナリオ調査を実施した。調査の目的は、避難行動についてより心情的な視点から必要とされる要素を明確にすることである。調査方法は、避難所まで「避難する際の状況」と「心情がわかる物語」について次の留意点を確認後、記述による回答を得た。

留意点は、1. 年齢・性別・職業、2. 避難開始地点と終了地点、3. 避難中注視していたもの、4. 避難時の移動手段、5. 予め訓練された避難経路に従っていた場合、である。

シナリオ調査用紙は資料-3を参照のこと。

※本研究におけるシナリオ調査手法

本研究におけるシナリオ調査は、ユーザー調査の中のインタビュー調査の1つで、質的調査の一種である⁶⁾。得られる情報は、経験などの定量化出来ない知識要素を物語り形式にテキスト化することで、ユーザーの目的や利用する対象やサービスおよびこれらを利用する状況、直面した問題などの内容を含む。そこで、本研究に上記のシナリオ手法を取り入れることで、東日本大震災という広域災害の経験を、直接ユーザー（被災者）から自身の行動・考えを含めた実体験の物語（シナリオ）を記してもらい、その中から当時の状況や心情をより明確に読み取り、広域災害下における避難誘導サインに対する条件の抽出を行った。

・調査結果

（対象人数：10人 年齢：20歳代 性別：男9, 女1）

シナリオ調査の回答結果から共通して挙げられたキーワードは、

1. 夜間の明かりの問題
2. 避難所から離れるとサインが無い
3. 避難時は個々で移動している人が多い
4. 使った事の無いルートをとどる場合が多い
5. 人の後について避難している
6. 車などのライトがかなり役立っていた

上記6つのキーワードから重要な項目としてまとめると、「1, 夜間の明かりの問題」「6, 車のライトがかなり役立っていた」が「夜間光源の必要性」、「2, 避難所から離れるとサインが無い」「4. 使ったことの無いルートをとどる場合が多い」「人の後について避難している」が「サインの連続性」である。

「夜間の光源の必要性」では、地震発生からしばらくその場にとどまる場合や一時避難場所からより安全な二次避難場所や広域避難場所への移動が夜間となったことが記された。さらに、地震・津波による停電のため反射式の避難誘導サインが視認出来ないとの記述である。「サインの連続性」については、避難誘導サインの設置間隔が遠く、次の避難誘導サインが目視できないほど離れていたためサインを見失しまったとの記述があった。

2.2.3. 津波対応避難誘導サイン設置基準調査（宮城県を対象として）

宮城県の災害時における避難誘導施策等を対象に、津波に対する備えの中から、避難誘導サインについて、情報の整理と津波に対する避難誘導サインに必要な要素を抽出するため、設置基準の調査を行った。

調査の目的は、宮城県は東日本大震災以前より、宮城県沖地震（昭和53年6月）による津波発生を警戒し対策を行っており、その対策の中でどのような基準が用意されていたか、また東日本大震災以降どのような様に対策が変化したかを確認することである。調査方法は、東日本大震災以前と以後において基準がどのように変化したか文献および資料による分析である。

津波避難誘導サインは、道路標識設置基準⁷⁾又は各都道府県において設けられている基準に基づき、市町村が道路標識等の誘導サインと同様に設置している。津波避難に対しては、2003年12月に宮城県津波対策連絡協議会から、“宮城県津波対策ガイドライン”⁸⁾が策定された。内容は、浸水予測図と国の防災対策の動向をもとに、津波発生時における情報収集と伝達体制の構築を主とした対策案であり、市町村が避難計画を作成すると共に住民参加による津波避難計画の支援、津波発生時に使用できる高い建物の必要性が明記されていた。

さらに、東日本大震災以降宮城県では、2003年12月に策定された「宮城県津波対策ガイドライン」の一部見直しを行い、2012年3月に被災市町村がまちづくりを計画する上で必要となる設備面の対策について“津波避難のための施設整備指針”⁹⁾を定め、2013年2月には、宮城県防災計画を修正している。

津波避難のための施設整備指針における避難誘導サインの検討事項として、以下の項目が上げられている。

- ①長期的な認知やメンテナンスを考慮し、住民との協働、風化しづらい形態（石碑等）や、既存の施設（建物の壁面や道路情報板など）の活用を検討する。
- ②津波の危険性、避難場所・避難方向、津波発生を知らせるサインを設置する。
- ③居住者・従事者。観光や業務などで訪れる外来者・道路通行車両の運転者それぞれに対し、適切なサインの設置場所・掲示内容を検討する。
- ④景観に配慮したデザインを検討する。
- ⑤深夜の災害による停電時に津波が発生した場合の視認性を確保する。

これらを踏まえ、減災の考え方を盛り込んだ新たな“宮城県津波対策ガイドライン”¹⁰⁾が2014年1月に策定された。新たなガイドラインは、円滑な避難を可能とするための津波避難計画や防災意識の啓発、避難訓練実施などのソフト面の対策について整理を行い、「沿岸市町における津波避難計画」および「地域ごとの津波避難計画」を策定する際の指針となるよう作成された。

2.2.4. 東日本大震災被災地の調査結果考察

(1) 宮城県名取市および宮城県宮城郡七ヶ浜町調査考察

被災地域調査の名取市と七ヶ浜町の避難方法の違いをあげると、初めに宮城県名取市沿岸や仙台国際空港周辺は、沿岸から内陸まで3kmにわたり海拔3m以下が続く平野のため、安全な場所までの避難距離が長くなる（図2-15 a）。避難時は、津波の到達前に想定の高さ以上の高さがあり堅牢な建物へ向かうことが求められる。しかし、名取市閑上地区沿岸は、漁港施設と住宅地が混在しているため道路へ出て避難を開始しても建造物自体が周囲の視界を妨げる結果、海や河川が見えない状況となり避難中誤って海や河川方向へ向かい津波に流された事例が発生していた。名取市沿岸部のように海拔が低い地域では、想定される津波の高さ以上の建造物や避難場所に対して津波到達前短時間の避難移動が求められるが、そのためには避難経路に適した避難誘導サインが必要である。

次に、対象的に七ヶ浜町沿岸は、半島部の地域で海岸線から100～200m程の場所に高台が存在する地域であり、避難時は数百メートル程の移動で高台に到達可能な地域となる（図2-15 b）。安全な避難位置の視認は、高台方向が道路上から比較的容易に確認できるため進行方向を定めやすい。しかし、選択した道が避難場所へ通じているのか確認が難しく、緊急時に避難経路が限られる中で経路を間違った際に正しい経路へ復帰することが困難となる。

名取市および七ヶ浜町の地域においても、調査結果から従来の避難誘導サインでは避難経路指示に対する情報量が少なく、非常時適切な方向へ移動することは難しいと言える。このことから、これまでの避難誘導サインに地域ごとの避難経路の明確化と適切な誘導を図り情報量を増やすことが求められる。

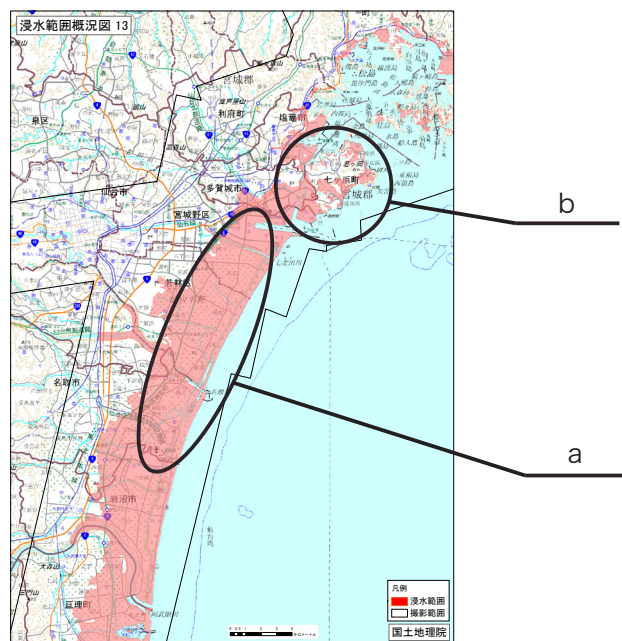


図2-15 10万分の1 浸水範囲概況図13¹¹⁾

a：平野部,b：高台部

(2) アンケート・シナリオ調査への考察

アンケートおよびシナリオ調査を実施した結果から避難誘導サインの要求項目が抽出された。以下、その考察を行う

2011年4月のアンケート調査で抽出された4項目、「1. 瞬時にわかる」「2. 意識しなくとも気付く」「3. 視認性の高い」「4. 理解できる」は、避難誘導を行う際にどこにおいても最も重要とされる要求項目であることが推測された。本研究において重要度の高い項目と思われる。一方、「5. 強制的な」「6. 地域性のある」「7. 低い」の3項目は、東日本大震災を経験した上で抽出された項目であると言え、東日本大震災がもたらした特徴を示していると推測される。その意味で、2011年の段階では「避難情報に強制性がある」「対象地域に適した」「避難行動時視線の位置は低く」これらが避難誘導サインに求められていたと考えられる。

シナリオ調査結果から明確となった当時の避難行動における課題は、「夜間の光源の必要性」「サインの連続性」であった。6年が経過した現在では、避難誘導サインの設置位置は増加しているが従来からの問題である夜間の光源やサインの連続性については依然として不十分な点が見受けられる。

以上のアンケート・シナリオ調査から避難誘導サインが適切に使用されるためには、「低いサイン位置で遠くから視認でき、直感的かつ簡単な避難誘導サイン」「外部の照明に頼らず自立して発光を行う構造」「避難開始から終了まで継続して確認出来ること」3条件が必要と考えられる。今後検討が行われる避難誘導サインには、東日本大震災発生当時の問題を解消することは極めて重要と考える。

(3) 津波対応避難誘導サイン設置基準調査への考察

津波に対する避難誘導サインの設置基準は、東日本大震災を境に大きく変化している。宮城県が2012年3月に示した「津波避難のための施設整備指針」では、津波避難に対し具体的な避難方法や施設を明記し、市町村が津波避難を誘導する際の基準としている。

この「津波避難のための施設整備指針」の中で、前述のとおり必要項目5項目が明確に上げられている（p.17 参照）。

これらの5項目は、今後の津波避難誘導サインの製作と設置に対する必要条件と捉えることができる。

2.3. 追加調査

2.2.2(1) の調査に加え、アンケートの追調査を行った。そして避難誘導に対する条件をさらに明確化するため、他地域の広域避難誘導の状況について調査した。

2.3.1. アンケート追調査（2014年10月）

東日本大震災から3年が経過した2014年10月にアンケート調査を行った。調査の目的は、震災直後に行って得たキーワード（p.14）に対し、3年が経過した時点において心理イメージの捉え方が変化したかどうかを確認するものである。調査方法は、2011年4月に行った方法と同様である。アンケート対象者は、東日本大震災を経験し、避難所および避難場所まで避難行動をとった者29名とした。

期間においてアンケート調査を行ったのは、2011年の極限的な緊張状態時の避難時心理と、3年を経た2014年の通常の生活に戻りつつある状況における避難への心理を探ることにより、それぞれの調査に対する捉え方の変化を明らかにし、避難誘導サインに対するデザイン条件をより明確にするためである。

アンケートに用いた心理イメージ言語は、2011年に使用した言語を用いた（表2-1）。

アンケート調査用紙は、資料-4を参照のこと。

・調査結果

（対象人数：29人 年齢：20歳代 性別：男12, 女17）

アンケート調査結果から回答が多い7項目は、1. 瞬時にわかる、2. 遠くから分かる、3. 直感的な、4. 視認性の高い、5. 理解できる、6. 誘導的な、7. 簡単な、が抽出された。

p.14 に示す震災直後のデータと比較すると、震災直後と同様の回答項目も含まれるが、「2. 遠くから分かる」「3. 直感的な」「6. 誘導的な」「7. 簡単な」の4項目が変化した項目である（図2-16）。「低い、強制的な、地域性のある」は弱まった。この回答項目の変化は東日本大震災から3年が経過し、生活が徐々に戻りつつある中で、東日本大震災直後の心境かの中にあった、避難行動時の視線低さや強制的な誘導の必要性、地域に合わせた避難誘導などが弱まったためと考えられる。

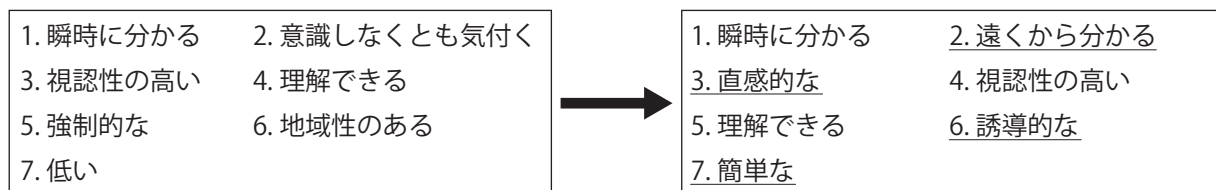


図 2-16 アンケート調査3年経過による意識変化

2.3.2. 南海トラフ地震対象地域の調査

大規模な災害発生が懸念される、南海トラフ地震対象地域の津波被害に対する避難誘導サインおよび津波避難施設の設置状況確認を目的に調査を行った。2013年8月、浜松市天竜川西岸部から浜名湖に至る海岸線の避難誘導サイン予備調査を行い調査箇所を確認を行った。2014年5月、浜松市舞浜地区から天竜川東岸の磐田市沿岸部の避難誘導サインおよび避難施設の設置状況等の調査を実施。さらに、2015年3月、愛知県中部国際空港を起点に浜松市(天竜川西岸)までの海岸線を移動して浜松市沿岸部調査と同様の調査を実施した。

南海トラフ地震対象地域は、南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法(平成14年7月26日法律第92号)により茨城県沿岸部から関東、東海、四国、瀬戸内海沿岸、九州にまたがる広域な地域として指定を受けている。さらにこれらの太平洋地域に面している沿岸部は、津波避難対策特別強化地域として指定を受けている。

東日本大震災を受けて静岡県では、静岡県第4次地震被害想定(第一次報告・第二次報告、平成25年公表)^{12,13)}を取りまとめた。これに併せ想定被害軽減の行動計画“地震・津波対策アクションプログラム2013”¹⁴⁾を策定している。浜松市は、「地震・津波対策アクションプログラム2013」を受け、津波に備える体制の整備として「津波避難施設空白地域の解消」と「津波避難対策の促進(津波避難施設の整備)」を行っている。また、中央防災会議においても南海トラフ地震に備える方針と施策として、“南海トラフ地震防災対策推進基本計画(平成26年3月)”¹⁵⁾が示された。

南海トラフ地震対象地域の中から浜松市を中心として調査を行った理由は、2011年3月に発生の東日本大震災被災地域である宮城県名取市との地理的な条件が類似しているためである。また、両地域とも一級河川(名取川・天竜川)が太平洋へ注ぎ、川の両岸には平野部(仙台平野・遠州平野)で構成されている。さらに、研究協力を行っている静岡文化芸術大学は、浜松市に位置しており、浜松市の防災情報等および避難誘導サイン・施設の調査を行えることから浜松市を中心とした調査となった。

(1) 静岡県浜松市、磐田市、袋井市沿岸（2014年5月、2015年3月）

調査目的は、2014年5月および2015年3月、浜松市舞浜地区から天竜川東岸の磐田市、袋井市の沿岸部における津波被害に対する避難誘導サインおよび津波避難施設の設置状況の確認である。調査方法は、両市共に沿岸部地域において、各市役所からの情報を基に移動を行いながら避難施設が目視できた場所に向かい避難施設の種類・規模等の状況を調査した。(pp.23-25にて特徴となる地区の調査説明を行う。各地区詳細は資料編へ掲載)

・調査結果

浜松市舞浜地区から天竜川東岸の磐田市、袋井市沿岸は、東日本大震災以降、類似かそれ以上の広域災害が予想されている地域である。周辺の地域と比べても、津波に対する備えをいち早く行っている。

浜松市、磐田市、袋井市の津波に対する避難対策では、避難困難とされる地区に津波避難タワーや避難マウンドの設置、津波避難ビルの強化と階数が4階以上のビルへ外階段の設置、避難目標地点の設定と順路の確保が行われている。津波避難タワー設置は、沿岸や漁港沿い、河川沿いなど緊急性が高い地区から設置を開始して順次内陸部へ設置が進んでいる。

避難誘導については、津波避難施設周辺の住民で避難訓練を行う際、実際に津波避難タワーへのぼるなど施設を利用し緊急時の備えとしている。しかし、津波避難施設周辺に避難誘導サインの設置は少なく、津波避難タワー等も住宅に隠れてしまうため、周辺住民以外が容易に避難できる環境ではない。

天竜川沿いは、津波発生の際に波が川を遡上し、周辺へ氾濫するおそれがあることから、比較的内陸に対しても津波避難施設の設置を行っている。

畑や空き地が有り、住宅が密集している地域では無いため、比較的津波避難タワーを確認する事が容易で、避難時には津波避難タワーに対して直線的に移動できるため、避難しやすい地域である。

周辺の避難誘導サインは無く、定期的に行われる避難訓練の際に津波避難施設を使用し認知度を高めている。

・静岡県浜松市沿岸および住宅地調査



図 2-17 国道1号線沿い 遠州灘エリア

図 2-17 では、国道1号線沿い遠州灘は遊泳が禁止されているが、サーファー、釣り人、観光客等が多く集まるエリアとなっており、非常時には、国道から車を降りた人が避難する事も考えられる。津波の危険性を知らせるサインはあるが、明確な避難経路は設定されていない。



図 2-19 浜松沿岸部地震避難所および津波避難タワー

図 2-9 は住宅地内に設置され避難施設で、東日本大震災以後は住宅地内に津波避難タワーを設置している。地震発生後津波の危険性がある場合には、津波避難タワーへの避難となる。

基本的に周辺住民を収容するよう考えられているため、避難誘導サインは設置されておらず、避難タワーの高さも住宅と同程度のため、目視の確認が難しい。避難訓練の際、実際に津波避難タワーを使用し、認知度をあげている。



図 2-18 国道1号線沿い 町民の森エリア

国道1号線と浜松市西区舞浜に挟まれた町民の森エリア（図 2-18）は海からの防潮林の役目を果たす丘になっている。マンション等を除くと周辺で一番高い場所となり、図中の遊歩道を超えないと海を確認することが出来ない。津波注意のサインは住宅地側にあるが、町民の森エリア内に津波避難に関する避難誘導サインは確認できない。



図 2-20 浜松漁港周辺津波避難タワー

浜名漁港周辺（図 2-20）は、住宅が密集し3階建て以上の堅牢な建物も無いため、津波避難施設の設置が難しい地域となる。設置された津波避難タワーは、舞阪第2保育園に隣接する土地に建てられている。この津波避難タワーを定期的な避難訓練の際に活用し非常時の備えとしている。

・静岡県浜松市沿岸および住宅地調査



図 2-21 浜松市沿岸住宅地内津波避難タワー（南区法枝町）

浜松市南区法枝町（図 2-21）は防潮林を挟み沿岸に面している地域で、東日本大震災以前の宮城県岩沼市仙台国際空港周辺の住宅地と地理的条件が似ている。高い建物は少なく、周辺住民の避難が困難なため、津波避難タワーを設置している。避難誘導サインは無く、津波避難タワーは、公園等のスペースを使用し建てられている。

・静岡県浜松市天竜川沿い調査



図 2-22 天竜川沿い津波避難タワー

浜松市、磐田市の間に流れる天竜川沿いは、比較的内陸部についても津波発生の際に川を遡上した波が氾濫することが懸念されるため、津波避難タワー（図 2-22）が設けられている。地区の特徴として、農地や空き地があり、住宅密集地域ではないため比較的視界が良く、津波避難施設を目視可能なこと、避難の際に津波避難施設に直線的にルートを確認しやすい点があげられる一方で、街灯が少なく夜間の明かりの確保に難点がある。

津波避難施設周辺の避難誘導サインは、特に無い。

・静岡県浜松、磐田、袋井市津波避難マウンド調査



図 2-23 遠州灘海浜公園 津波避難マウンド（浜松市）

津波避難マウンド（図 2-23）は、遠州灘海浜公園内に設置されており、周辺住民だけでなく海浜公園や中田島砂丘に訪れた外来者も対象とした津波避難施設である。十分なスペースに作られた津波避難マウンドのため、上部への移動に緩やかなスロープを辿ることが出来るため子どもやお年寄り、車椅子使用者と言った階段移動が困難な人の避難が比較的容易に行える。



図 2-24 湊 命山 津波避難マウンド（磐田市）

国道 150 号線沿いに設置されている津波避難マウンド（図 2-24）で、周辺住民および周辺企業の労働者、移動者を対象にしている。上部までスロープが設置されており、比較的容易に移動できる。周辺の避難誘導サインは特に無い。

調査以降、現 2017 年 11 月段階で図 2-24 の命山以外に 3 箇所設置されている。

・津波施設および避難ビル調査



図 2-25 浜松市沿岸部津波指定避難施設

図 2-25 は、沿岸沿いに位置する施設を活用した避難場所である。

津波避難指定施設については、コンクリート造であり一定以上の高さに人を誘導できる等指定の条件をクリアした建物を使用している。比較的大規模な集合施設や、清掃工場、民間の工場等が指定を受け、従業員や周辺住民、外来者にかかわらず収容する手筈となる。



図 2-27 津波避難施設（磐田市）

磐田市でも、コンクリート造で高さがある建物を津波避難ビル指定（図 2-27）し、備えとして。図中の様に「津波ひなん施設」のサインを指定されたビルへ設置し避難情報としている以外は、避難誘導サインなどは用意されていない。



図 2-26 津波避難ビル（浜松市）

図 2-26 は、既存の集合住宅を活用し津波避難用の施設としたものである。4 階建て以上のマンションやビルに図中のように外階段を設置し屋上へ上がる経路を用意している。また、内階段を使い高層へと移動できるマンションに関しては、避難ビル指定を行うことで非常時の受け入れ体制を整えている。

避難対象は下階層の住民や周辺の住民。周辺の避難誘導サインは、特に確認できない。

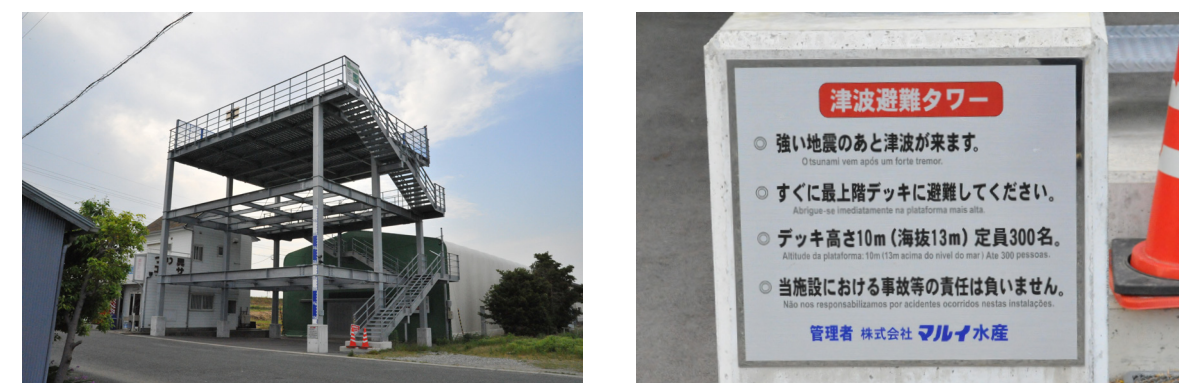


図 2-28 自社設置津波避難タワー（磐田市）

図 2-28 はマルイ水産が独自に用意した津波避難タワーで、従業員はもちろん、周辺の住民の収容も考え設置している。管理をマルイ水産で行っているため、非常時および避難訓練以外侵入禁止の措置は取られておらず、訪れた人が自由に上へ上がることが出来る。これまで調査してきた津波避難タワーとは構造等の作りが異なる。

元々周辺に津波避難施設は無く、避難誘導サインも無い場所となる。

(2) 中部国際空港から静岡県浜松市調査（2015 年 3 月）（図 2-29）

調査目的は、2015 年 3 月、中部国際空港を起点に浜松市まで沿岸における避難誘導サインおよび避難施設の確認である。調査方法は、浜松市・磐田市調査と同様の方法を取り沿岸部主要道路を走行し避難誘導サインおよび避難施設が視認できた場所の確認を行う。

中部国際空港は、空港内施設の誘導サインも併せて調査を実施した。

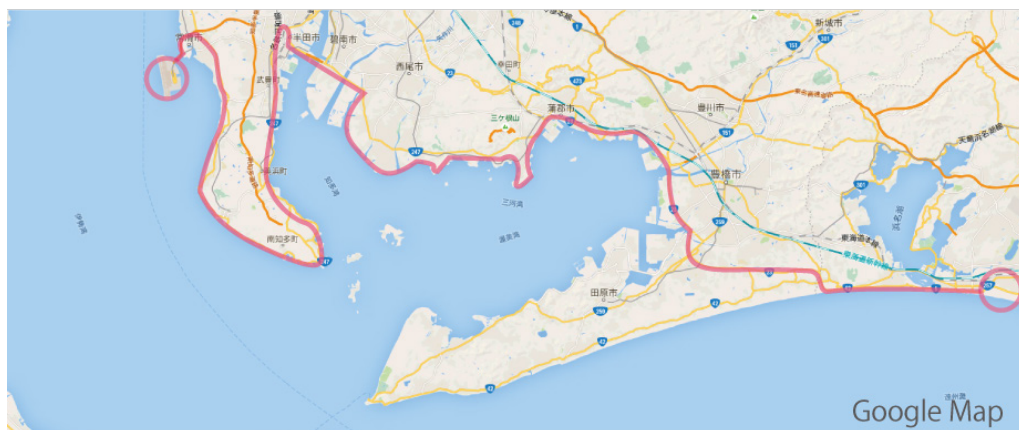


図 2-29 東海地方調査エリアマップ

・調査結果

中部国際空港から浜松市までの津波避難サイン等の状況は、中部国際空港から愛知県豊橋市（以下：豊橋市）沿岸の間は避難誘導サインの数が少なく確認ができない場所があった。豊橋市から浜松市までの間は、ごく少数の避難誘導サインが設置されているのみである。避難誘導サイン以外のサイン表示は、沿岸および河川沿いに海拔・標高表示のサインが多く見られた。沿岸線には、数百メートルの移動で到達できる高台がある地域がある。

また、中部国際空港は、伊勢湾海上にある人工島のため、津波の影響を受けることが予測されている。津波発生の際は、人工島内にいる人を別な場所へ避難させることは考えておらず、空港施設内に収容する。誘導サインは従来とおりの物を使用しているが、緊急時には空港職員の呼びかけや誘導により、避難誘導を行う。

・南海トラフ地震対象地域調査



図 2-30 a,b,c,d,e,f 中部国際空港から浜松沿岸調査 設置避難誘導サイン

調査中発見した津波避難用避難誘導サインは、図 2-30 の様に簡易的に設置されている物がほとんどで、宮城県沿岸部のように避難経路を明確化し、誘導サイン設備を整えるには至っていない。上記の図中にある矢印付きのサインの進行方向には何箇所か連続して同様のサインが設置されているが、幹線道路など比較的大きな道へ到達すると、その先は設置がなされていない。

・調査詳細



図 2-31 津波避難ビル指定施設（豊橋市）

沿岸沿いにおける津波避難場所の確保のため、堅牢で上階への避難が容易な建物に対し、津波避難ビルの指定を行い、非常時の備えとしている。図 2-31 のシーパレスリゾートホテルでは、津波避難ビルの指定を受け、非常食や寝具などを上階へ保管し宿泊者以外の避難者の収容が出来るよう整えている。



図 2-32 中部国際空港内津波避難ビル指定サイン



図 2-33 中部国際空港内避難誘導サイン

中部国際空港の津波避難の状況は、津波避難ビルの指定（図 2-32）を受け収容体制を整えているが、避難者の大部分が、空港利用者および空港従業員、空港周辺の会社の従業員となるため、特別避難誘導サインは設置されておらず、災害の種類、状況に合わせて空港職員がその都度誘導を行う。

また、空港内の避難誘導サイン（図 2-33）は、施設内火災等に対応したサインが主であり、高所へ避難する津波の避難に置いては指示方向が逆を向いている場合もある。

(3) 名古屋駅周辺調査 (2015 年 3 月)

調査目的は、JR 名古屋駅 (愛知県名古屋市中村区) 周辺が、津波浸水の予想されている地区であることから、都市部における避難誘導サインおよび津波避難施設の設置状況確認である。調査方法は、情報収集および文献調査と JR 名古屋駅周辺や広域避難所周辺を徒歩により移動、誘導サイン等を目視確認および聞き取りによって行った。

・調査結果

名古屋市は地震や河川の氾濫を懸念し、避難のための支援情報や洪水・内水ハザードマップを作成、運用してきた。2015 年 3 月には、名古屋市震災避難ガイドライン¹⁶⁾を作成し各種災害時への対応を進めている。

現地での聞き取り調査では、名古屋駅駅舎、防災センター、近隣の交番に地震や津波発生時の対応を確認した。施設内の防災マニュアルは用意されているが、広域避難についての案内は用意されていなかった。一方で、名古屋市では、広域避難施設への順路、津波避難ビルの指定、震災避難ガイドライン、海拔表示などの情報を用意している。これらの情報は、市役所・区役所・地元自治体・消防・警察・大型の駅 (JR 名古屋駅) と情報共有がなされているとの回答を得た。また、災害発生による避難行動時に使用される広域避難施設までの経路に、避難誘導サインはほとんど無く、区役所に用意されているハザードマップを用いて広域避難施設へ向かう状況が明らかとなった。

・調査詳細



図 2-34 a,b,c,d 名古屋市内広域避難場所

図 2-34 名古屋駅周辺では、駅舎や近隣の企業ビルへ避難することが指示されているため、非常時に避難する場所が視覚的に認識し易い。それに対し、郊外の避難においては、比較的大きな公園を広域避難場所として設定しているが、避難場所近辺に近づかないと誘導サインが無く、名古屋市役所発行の地図等を確認しなければならないため、外来者には避難が難しい環境である。





(1) 静岡県浜松市沿岸、(2) 津波避難施設、(3) 中部国際空港から静岡県浜松市調査、(4) 名古屋駅周辺調査についての分析を表 2-3 に示す。

表 2-3 南海トラフ地震対象地域の調査分析

(1) 浜松市沿岸部



場所		地域特性	現状の避難環境	避難誘導に求められる条件	固有の避難サイン条件	共通する避難サイン条件
① 静岡県浜松市沿岸部および住宅地域	海岸から右記撮影位置まで 約500m	 <p>サーファー、釣り人、観光客が多く集まるエリア。</p> <p>国道と舞浜に挟まれたエリアは防潮林での丘で、周辺で一番高い場所であり、遊歩道を越えないと海を確認できない。</p> <p>住宅地内には津波避難タワーが設置。浜名漁港にも設置。</p>	<p>津波の危険性を知らせるサインはあるが明確な避難経路は設定されていない。</p> <p>防潮林内には避難誘導サインは無い。</p> <p>避難誘導サインは設置されていない。避難タワーの高さは住宅と同程度のため、目視の確認が難しい。</p> 	定期的な避難訓練による認知度の向上、避難誘導サインの設置。	防潮林や住宅によって海が目視できない環境なため、津波発生と避難開始を明確に伝えることが必要。	外来者に対応した避難情報の用意と、津波避難施設までの避難経路の設定と避難誘導サインの設置。

場所		地域特性	現状の避難環境	避難誘導に求められる条件	固有の避難サイン条件	共通する避難サイン条件
② 静岡県浜松市南区法枝町、および天竜川沿い	海岸から 右記撮影 位置まで 約2200m 河川から 右記撮影 位置まで 約200m	   防潮林を挟み沿岸に面している。宮城県岩沼市仙台国際空港周辺の住宅地と地理的条件似ている。 浜松市、磐田市の間に流れる天竜川沿いは、津波発生時、川を遡上した波の氾濫が懸念される地域。農地や空き地が広がり住宅密集地ではないので比較的視界が良い。	高い建物が少なく、津波避難タワーを公園などのスペースを利用して設置。避難誘導サインは無い。 津波避難タワーが設置。視界が良く、避難施設を目視可能。直線的に避難ルートを確認しやすいが街灯が少なく、夜間のあかり確保が難点。		防潮林内の避難誘導サインの設置。 夜間のあかりの確保に配慮した避難誘導サインの設置。	沿岸方向からの津波だけでなく、河川からの氾濫も念頭においた避難経路設定。 外来者に対応した避難情報の用意と、津波避難施設までの避難経路の設定と避難誘導サインの設置。

(2) 津波避難施設(静岡県浜松、磐田、袋井市)

場所		設置特性	現状の避難環境	避難誘導に求められる条件	固有の避難サイン条件	共通する避難サイン条件
③ 遠州灘海浜公園津波避難マウンド	海岸から 右記撮影 位置まで 約700m	  遠州灘海浜公園内に設置。周辺住民だけでなく海浜公園や中田島砂岡に訪れた外来者を対象に設置。	十分なスペース、緩やかなスロープが確保されており、子どもからお年寄り、車いす利用者まで避難ができるように配慮されている。	 	周辺からの適切な避難誘導サインの設置。	訪れた外来者への対応も踏まえた避難サインの設置。 外来者に対応した避難情報の用意と、津波避難施設までの避難経路の設定と避難誘導サインの設置。
④ 湊命山津波避難マウンド	海岸から 右記撮影 位置まで 約1300m	  国道150号線沿いに設置。周辺住民、労働者、移動者を対象。	上部までスロープが設置されており、容易に移動できる。周辺に誘導サインは無い。	 	周辺からの適切な避難誘導サインの設置。	なし

場所			設置特性	現状の避難環境	避難誘導に求められる条件	固有の避難サイン条件	共通する避難サイン条件
⑤ 浜松市沿岸部津波指定避難施設	海岸から右記撮影位置まで 約350m		コンクリート造りで、一定以上の高さに人を誘導できる津波指定避難条件をクリアした建物を使用。	大規模な集合施設、清掃工場、工場などが指定を受けて、従業員、周辺住民、外来者を収容する。		周辺から避難施設までの適切な避難誘導サインの設置。	避難施設であることの明確化と誘導。
⑥ 浜松市の既存の集合住宅の活用施設	海岸から右記撮影位置まで 約450m		4階建て以上のマンションやビルを利用。周辺の住民、下階層にいる住民を対象。	ビルに外階段を設置し、屋上へと非難させる経路を用意。内階段を使い高層へと移動できるマンションは、避難ビル指定を行い、非常時の受け入れ体制を整えている。周辺に誘導サインは無い。子どもやお年寄り是最上階に上るまで時間がかかる欠点がある。		周辺から避難施設までの適切な避難誘導サインの設置。	津波避難施設に指定されている、各ビルやマンションへの適切な誘導。
⑦ 磐田市津波避難ビル	海岸から右記撮影位置まで 約1400m		コンクリート造りで、一定以上の高さに人を誘導できる津波指定避難条件をクリアした建物を使用。	「津波避難施設」との指定サインを設置。周辺に避難誘導サインは用意されていない。		周辺から避難施設までの適切な避難誘導サインの設置。	避難施設であることの明確化と誘導。
⑧ 自社設置津波避難タワー	海岸から右記撮影位置まで 約850m		周辺に津波避難施設がなく、マイル水産が独自に用意した津波避難タワー。従業員、周辺の住民対象。管理を自前で行う。	管理を自前で行っており、非常時、避難訓練以外侵入は自由にできる。避難誘導サインは設置されていない。		周辺から避難施設までの適切な避難誘導サインの設置。	民間施設のため、認知度が低い。避難施設であることの明確化と誘導が必要。

(3) 中部国際空港から浜松市までの沿岸部

場所		地域特性	現状の避難環境	避難誘導に求められる条件	固有の避難サイン条件	共通する避難サイン条件
中部国際 空港から 浜松市ま での沿岸	人工島	沿岸部には、数百メートルの移動で到達できる高台のある地域がある。それ以外は高台が無い。	 中部国際空港から豊橋市までの沿岸部では、避難誘導サインが少なく確認できない場所もある。豊橋から浜松市までの間は、ごく少数の誘導サインがあるのみ。簡易的に設置されているモノがほとんどで、避難経路も明確にされていない。	沿岸部から避難施設、高台までの適切な避難誘導経路と避難誘導サインの設置 避難ビルまでの適切な避難誘導サインの設置	なし	各地域に合わせた避難場所、避難経路を設定し、避難誘導サインの設置。
	海岸から 右記撮影 位置まで 約500m					
中部国際 空港	人工島	空港は、伊勢湾海上にある人工島に設置	 人工島にあるため、津波発生時は、人工島内にいる人を別な場所に避難させることは配慮しておらず、空港施設内に收容する。緊急時には空港職員の呼びかけや誘導により避難する。誘導サインは火災などに対応したサインが主で、高所に避難させる津波避難誘導サインは設置はされていない。	適切な高所への避難誘導サインの設置と、空港職員、利用者の協働による円滑な避難誘導	事故や災害の状況に合わせた、空港職員による避難誘導。(状況に合わせ柔軟に対応するため、空港内において明確な避難時の集合地点は用意されていない)	

(4)名古屋市

場所		地域特性	現状の避難環境		避難誘導に求められる条件	固有の避難サイン条件	共通する避難サイン条件
名古屋市 全体			名古屋市では、広域避難施設への順路、津波避難ビルの指定、震災避難ガイドライン、海拔表示など行っている。これらの情報は、市役所、区役所、自治体、消防、警察、主要駅と情報共有されている。避難誘導サインは無く、ハザードマップを用いて広域避難施設に向かわせる方法になっている。		ハザードマップのみでは避難誘導は有効に働かない。避難誘導サインとの適切な共有と避難誘導指導の徹底が不可欠。	各地域の避難場所に合わせた避難経路の設定と、避難誘導サインの設置が必要。	指定されている津波避難施設に向けた避難経路の設定と避難誘導サインの設置。
名古屋駅 周辺	名古屋港から右記撮影位置まで 約9000m	 	都市ビル空間。車多い。外来者多数。非常時混乱が予想される。	駅周辺では、駅舎や近隣企業ビルへ避難することが指示されており、非常時に避難する場所が比較的視認しやすい。	住民より外来者の多い地域。避難ビルへの誘導サインの適切な設置	津波避難施設の指定を受けている建物の明確化と避難誘導サインの設置。	
名古屋市 郊外	名古屋港から右記撮影位置まで 約9800m	 	住宅、工場、河川など散在する広域地域	比較的大きな公園を広域避難場所として指定しているが、避難場所近辺に近づかないと誘導サインが無い。そのため、名古屋市発行の地図で確認しなければならない。外来者には避難が難しい環境にある。	 広域避難場所までの避難経路が分かる、適切な避難誘導サインの設置	訪れた外来者への対応も踏まえた避難サインの設置。	

2.3.3. 追加調査結果の考察

(1) アンケート追加調査考察

p.20 に示す 2014 年 10 月のアンケート追加調査では、避難誘導サインに対して抽出した項目に変化が見られた。東日本大震災直後と 3 年経過後の心理状況の変化が影響したと考えられる。変化した項目である、「2. 遠くから分かる」「3. 直感的な」「6. 誘導的な」「7. 簡単な」の 4 項目について、「強制的な」から「誘導的な」と言った項目に変化しており、緊急時に求める避難行動の強制性が消え、柔らかい捉え方となっている。

2011 年 4 月および 2014 年 10 月の時期の異なる調査結果から避難誘導の条件は、共通している「瞬時に分かる・視認性の高い・理解できる」を基とした。そして「低いサイン位置で遠くから視認でき、直感的かつ簡単な避難誘導サイン」とすること、各地域の事情に合わせた避難経路を設定することが必要であると考えられる。これが津波避難誘導サインに求められる前提条件と考えられる。

(2) 南海トラフ地震対象地域の調査結果考察

浜松市・磐田市・袋井市沿岸の調査から、地震と津波に対し各種津波避難施設の設置と避難訓練に活用し備えとしているが、旅行者や外来者などに対しては、避難施設への避難誘導サインが乏しいため円滑な避難誘導に課題がある。

調査中津波避難タワーに隣接する保育園の職員および近隣住民に対する聞き取り調査からは、日頃から認知していること、避難訓練に使用していることから津波避難タワーの利用については理解しているが、子どもやお年寄りが津波避難タワー到達後、最上階へ上がる時間がかかるという意見が挙げられた。いかに円滑に津波避難施設へ辿り着くことができるかが要点となる。また、住民の避難も必要事項であるが、外来者への対応も同時に必要である。従来のピクトグラムや避難経路マップを活用しつつ、避難経路を明確化する避難誘導サインが必要であると考ええる。

中部国際空港から浜松市までの沿岸の調査結果では、津波に対する備えがされている所は少なく、東日本大震災以前と同様に、高波注意や津波注意のサインが点在しているだけである。南海トラフ地震の対象地域として、対応を行うべきであると考ええる。対応する場合、津波避難タワーや津波避難ビルの設置も重要であるが、東日本大震災の被災地調査対象地域である七ヶ浜町沿岸と同様に、数百メートルの移動で到達できる高台がある地域もあり、高低差を活用し、避難誘導サインを設置することにより適切な避難誘導が行える箇所も存在する。このことから、調査対象地域に適応した津波避難誘導サインを設置することにより災害発生時の備えとすることが可能であると考ええる。

JR 名古屋駅周辺調査では、ハザードマップの運用や名古屋市震災避難ガイドラインを

用いて対処し、聞き取り調査結果では、駅周辺の主な施設内には防災マニュアルは用意されている現状の確認はできた。しかし、人の出入りが多い地域であり、特に外来者が訪れる場所であるため、誰しもが認識可能な避難誘導サインと避難場所および施設の表示は必要であると考ええる。また、広域避難施設周辺の避難誘導サインも十分と言えない状況であるため、対応が必要である。さらに、避難に関する情報は共有がなされているとしているが、駅案内所などの末端までは周知されていない現状を確認でき、防災マニュアルおよびハザードマップ等が区役所などに設置されているのみでは、避難誘導に適切に運用されているとは言い難いと考ええる。特に、住民よりも外来者が多い地域であることや、ビルなどの建物によって見通しが遮られる箇所も多く、避難時にどの方向、どの建物へ避難すれば良いか明確でなく、混乱が発生する可能性が高い。これらのことから避難情報の積極的発信や避難誘導サインの活用は急務だと言える。現在設置されている従来のピクトグラムだけでは円滑に避難誘導するには限界があるため、指定されている津波避難施設に向けた避難経路の設定と避難誘導サインの必要性が明らかとなった。

2.4. 避難行動中における特性抽出実験

避難行動中においてどこを見て進行しているか（視線の位置）を確認するための視線特性抽出実験を行った。

第2章で示した、アンケート調査（2.2.2. p.14 調査結果）においてサインの設置高さが「低い」と言う項目が挙げられた。これは、避難行動時において、「自分の足元や前方の人の背中を見ていることがあり、避難誘導サインを見逃して遠くの避難所まで避難した」などの結果から求められたものである。またデザイン条件 (g) において、「遠くから視認できサインの位置が低い」とした。さらに、避難指示などの避難誘導サイン等は、すでに複数設置されている場所があり避難情報が整理されていない現状がある。このような状況下で避難誘導サインの設置を検討した場合、現在設置の避難誘導サインと同様の設置方法では情報量が過剰となり、混乱を招く恐れがある。以上からサインの設置高さが「低い」位置であることの確認を得るための避難行動を想定した視認特性抽出実験を行った。

具体的には、避難行動中の視線の位置（進行方向の注視箇所）を調べるために、東北工業大学、静岡文化芸術大学の学内において、実験を行った。実験は、高低差がある場合と無い場合の2とおりの状況を作り、地形の変化が避難行動時の視線変化に与える影響を調べた。誘導サインとしての矢印（図2-34）はJIS Z8210 案内用図記¹⁷⁾を用い設置した。色彩についてはJIS Z9103 安全色 - 一般的次項¹⁸⁾から安全・避難・進行等の条件に沿う緑色を選定した。



図 2-34 実験用矢印マーカー

実験対象は、東北工業大学（Tohoku Institute of Technology : T.I.T.）および静岡文化芸術大学（Shizuoka University of Art and Culture : SUAC）の学生である。

対象者として、学生を選択した理由は、伊藤・福田らによる“歩行時の下方視覚情報への依存における加齢効果 眼球運動の時系列的変化”¹⁹⁾、中野らによる“階段昇降の際に必要な視覚情報 (1) ー利用者はどの位置で何を見ているかー”²⁰⁾及び小池らによる“子供の視点を考慮した安全な歩行者空間に関する研究”²¹⁾などの先行研究結果において、移動時の視線位置は、高齢者や子どもの場合下方からの情報を得ることと述べている。これらの先行研究の結果から、視線の低い子どもおよび視線が下方になりがちな高齢者を対象から外し、20歳代を被験者として実験を行うことで、一般的な状況としての視認性を求めることとした。さらに、非常時の避難において、子どもは、家族や保育園・小中学校は保育士・保母・教員らが付き添う形で避難を行うことを想定している。

2.4.1. 避難行動中における視線位置確認実験

(1) 高低差あり実験

実験の目的は、高低差がある避難路において、視線はどこを注視し進行しているかを確認する。

(a) 実験場所

- 東北工業大学 (T.I.T.)

長町キャンパス 1 号館 3 階から 1 階の階段を使用した (図 2-35)。

避難は、3 階から階段を降り 2 階フロアに到達後高さの違う 3 方向 (右, 左, 1 階へ降りる) から一つを選択し進む。



図 2-35 東北工業大学実験場所 (右：実験時視界)

- 静岡文化芸術大学 (SUAC)

東棟 4 階から 2 階の階段を使用する (図 2-36)。

避難は 4 階から階段を降り 3 階フロアに到達後高さの違う 3 方向 (右, 左, 直進) から一つを選択し進む。



図 2-36 静岡文化芸術大学実験場 (右：実験時視界)

(b) 実験方法

実験方法は、高低差のある見通しの悪い十字路において、ある一方向から進行した際に到着する十字路に、高さ 0 mm(下)、1500mm(中)、2500mm(上)それぞれの位置に進行方向を示した矢印サインを設置し、一番注視した矢印サインの方向に進行してもらう。被験者の進行方向は実験監督者が確認し記録する。

被験者に事前に資料は与えず、集合地点に集まってもらい、実験場所に進行方向の書いた矢印サインがある旨を口頭で伝える。実験場所には一人ずつ入り、先行している人が目視できなくなった時点で次の人へ進行可の合図を出す。一人ずつ進行することにより被験者個々の判断を優先した。

(c) 高低差有り実験結果

- 東北工業大学実験結果(2015年10月)

(対象人数：21人 年齢：20歳代 性別：男13人,女8人)

注視方向、上：3名,中：5名,下：13名。

62%が「下」の矢印サインを注視し、行動している。

- 静岡文化芸術大学実験結果(2015年11月)

(対象人数：10人 年齢：20歳代 性別：男7人,女3人)

注視方向、上：2名,中：3名,下：5名。

50%が下の矢印サインを注視して行動している。

両大学の実験結果を合計すると、58%の被験者が地上 0 mm(下)の矢印サインを注視して行動していることがわかる。残りは、2500mm(上)16%、1500mm(中)26%であった。

(2) 高低差無し実験

実験の目的は、高低差の有る実験に対し、高低差がない平坦な経路において、地形の変化が行動に与える視線の位置を確認することである。

(a) 実験場所

- 東北工業大学 (T.I.T.)

長町キャンパス 1 号館エントランス周辺を使用して行う (図 2-37)。1 号館内から屋外に向い進行する。館内からエントランスへ進行し矢印サインを視認後、高さの違う 3 方向 (右, 左, 直進) から一つを選択し進行する。

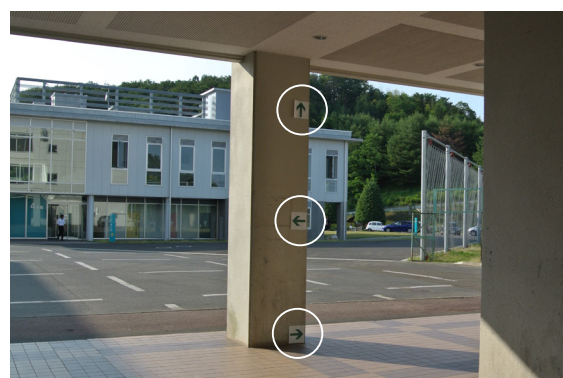


図 2-37 東北工業大学実験場所 (実験時視界)

- 静岡文化芸術大学 (SUAC)

東棟 3 階の通路を使用して行う (図 2-38)。待機場所は階段のエントランスを指定し、進行開始直後に左折することにより矢印サイン視認する。高さの違う 3 方向 (右, 左, 直進) から一つを選択し進行する。



図 2-38 静岡文化芸術大学実験場所 (右：実験時視界)

(b) 実験方法

実験方法は、平坦な見通しの悪い十字路において、ある1方向から進行した際に到着する十字路に、地上0mm、1350mm、2700mmの位置に進行方向を示した矢印サインを設置、一番注視した矢印サインの方向に進行してもらう。被験者の進行方向は実験監督者が確認し記録する。

被験者に事前に資料を与えず、集合地点に集まってもらい、実験場所に進行方向を示した矢印サインがあることを口頭で伝える。実験場所には一人ずつ入り、先行している人が目視できなくなった時点で次の人へ進行可の合図を出す。一人ずつ進行することにより被験者個々の判断を優先した。

(c) 高低差無し実験結果

- 東北工業大学実験結果 (2016 年 7 月)

(対象人数：25 人 年齢：20 歳代 性別：男 20 人, 女 5 人)

注視方向、上：6 名, 中：14 名, 下：5 名。

東北工業大学の実験では、56%の被験者が中の高さの矢印サインを注視して行動している。

- 静岡文化芸術大学実験結果 (2016 年 6 月)

(対象人数：14 人 年齢：20 歳代 性別：男 6 人, 女 8 人)

注視方向 上：1 名, 中：13 名, 下：0 名

静岡文化芸術大学の実験では、93%の被験者が中の高さの矢印サインを注視して行動している。

両大学での実験結果を総合すると、69%が地上1350mm（中）の矢印サインを注視して行動していることがわかった。また、残りは2700mm（上）が18%、0mm（下）が13%であった。

2.4.2. 特性抽出実験考察

高低差有りとは高低差無しの視線位置確認実験結果では、高低差有りの(下)位置から高低差無し(中)へと視線の位置が一段高い結果である。このことから高低差がある場合、足元を確認しながら進行するため視線の位置(下)と低くなると考えられる。高低差が無い場合、進む先を見通しながら進行するため、目線の位置に近い(中)のサインを注視したと考えられる。

また、高低差有りとは高低差無しの2つの実験を総合した結果では、上:17%, 中:50%, 下:33%となり、そのうち目線(中):50%と(下)33%を合計すると83%となり注視の範囲は目線の高さ(中)から(下)の範囲と捉える。

両大学における2回の実験結果から、目線の高さから下方を多く注視していることが検証された。このことから誘導サインの設置位置は、目線より下方に設定することが望ましいと考えられる。

2.5. 調査分析・特性抽出実験結果の考察

(1) 調査分析・特性抽出実験結果の考察

2011年3月11日東日本大震災直後から避難時に必要とされる条件を探求し、より有効的な避難方法の提案へつなげることを目的として現地調査(名取市および七ヶ浜町)、アンケート・シナリオ調査、津波対応避難誘導サイン設置基準調査(宮城県を対象)を実施した。また、アンケート追加調査、南海トラフ地震の対象地域の調査を行い、津波対策の現状について明らかにした。これにより津波避難時における避難誘導サインの現状とサインに求められている条件が調査結果から明確となった。

東日本大震災被災地における調査では、地域により地形の差異があり安全な場所までの距離が大きく異なり、避難場所や避難経路の設定について、一括ではなく各地域の実情に合わせて考えるべき、という点があらためて明確となった。避難誘導サインについては、警告文や津波避難サイン・津波避難路マップなど既存の標識やサインを応用して設置されていることが多く、設置箇所は要所々々にのみ設置されており、避難場所までの知識が予め無い場合(外来者など)は、速やかな避難行動をとることの難しい点が明確となった。避難時に避難用の説明文や津波避難路マップを読むことは、避難行動中の緊急性の観点から難しく、ピクトグラムによる警告では十分に避難経路等の情報を提供しているとは言い難い。

このような状況では、安全な場所への誘導は難しく、避難経路の間違いや、混雑を引き起こす要因となる。また、避難誘導サインの多くが発光機能を備えていなく、視認には外部光源が必要となる。アンケート・シナリオ調査では、時期の異なる調査から避難誘導サインに求められる条件が明確となった。アンケート調査の「瞬時に分かる・視認性の高い・理解できる」この3項目を基とし、「低いサイン位置で遠くから視認でき、直感的かつ簡単な避難誘導サイン」をアンケート調査から抽出された項目とする。また、シナリオ調査では、「夜間の光源の必要性」「サインの連続性」が挙がり、避難誘導サイン検討の際に注目すべき項目である。避難誘導サインの設置基準では、宮城県が津波避難のための施設整備指針(p.17)で述べている①から⑤の各項目が明確である。東日本大震災を経験しまとめられた、上記の項目に注目し、併せて全国瞬時警報システムなど避難指示情報と連動した情報の受発信も検討すべき点である。特に外来者への適切な避難情報の提示や、深夜の停電時に視認性を確保することについては、必要項目であり、これまでの各調査においても同様の結果が明確となっている。

南海トラフ地震対象地域においては、地域で津波に対する備えに差があるが、避難誘導サインの設置状況はどの調査地域においても十分ではないことが明確となった。東日本大震災の被災地同様、地域により地形に差異があり各地域に適した避難誘導サインが必要で、外来者、夜間の視認性についても併せて検討を行うべきである。

避難行動中の特性抽出実験では、アンケート調査の「低い」という項目同様に、行動中目線の高さから下方を多く注視している。誘導サインの設置位置について目線より下方の設置を条件とすることが望ましい。

(2) 避難誘導サインに求められる条件の考察

東日本大震災被災地の調査、アンケート・シナリオ調査、南海トラフ地震対象地域の調査、避難行動中特性抽出実験などから、明確となった各条件を踏まえ、避難誘導サインに求める条件は、下記が必要であると考えられる。

避難誘導に対する条件と、得られた調査内容の箇所を記述する。

a) 地域に合わせた避難誘導経路の設定を行うこと

津波避難のための施設整備指針①より

長期的な認知やメンテナンスを考慮し、住民との協働、風化しづらい形態（石碑等）や、既存の施設（建の壁面や道路情報板など）の活用を検討する。

津波避難のための施設整備指針③より

居住者・従事者。観光や業務などで訪れる外来者・道路通行車両の運転者それぞれに対し、適切なサインの設置場所・掲示内容を検討する。

津波避難のための施設整備指針④より

景観に配慮したデザインを検討する。

現地調査より

地域それぞれにおいて特徴に合わせた避難経路設定を検討する。

b) 外来者が理解し避難可能なサインであること

アンケート調査より

低いサイン位置で遠くから視認でき、直感的かつ簡単な避難誘導サイン

津波避難のための施設整備指針③より

居住者・従事者。観光や業務などで訪れる外来者・道路通行車両の運転者それぞれに対し、適切なサインの設置場所・掲示内容を検討する。

現地調査より

地域それぞれにおいて外来者に対応した避難情報を検討する。

- c) 従来のピクトグラムや避難経路マップを活用しつつ避難経路を明確化し、適切な情報を増やすこと

津波避難のための施設整備指針②より

津波の危険性、避難場所・避難方向、津波発生を知らせるサインを設置する。

シナリオ調査より

夜間の光源の必要性・サインの連続性

現地調査より

円滑な避難のため、従来のサインを活用しつつ情報の整理と追加を検討する。

- d) 低いサイン位置で遠くから視認でき直感的かつ簡単であること

アンケート調査より

低いサイン位置で遠くから視認でき、直感的かつ簡単な避難誘導

シナリオ調査より

サイン夜間の光源の必要性・サインの連続性

現地調査より

震災後（津波到達後）の状況から、残された設備（路面）の中からサイン設置位置を検討する。

特性抽出実験より

大部分が、目線より下方を見て進行している状況から、下方設置が望ましい。

- e) 深夜（夜間）において避難誘導サインの視認性を確保すること

シナリオ調査より

夜間の光源の必要性・サインの連続性

津波避難のための施設整備指針⑤より

深夜の災害による停電時に津波が発生した場合の視認性を確保する。

現地調査より

外部光源に依存したサインが多いため、サイン自体の発光を検討する。

f) 避難開始から終了まで継続性があること

調査考察より

避難中立ち止まることが無く、避難開始地点から避難場所まで途切れることのない誘導
シナリオ調査より

夜間の光源の必要性・サインの連続性

現地調査より

現状のサイン間は距離があるため、避難経路を連続して認識する方法を検討する。

必要となった条件を表にすると、表 2-4 となる。

表 2-4 避難誘導サインに求められた条件

避難誘導に対する条件	調査から求められた条件
・地域に合わせた避難誘導経路の設定を行うこと	<p>津波避難のための施設整備指針①より 長期的な認知やメンテナンスを考慮し、住民との協働、風化しづらい形態(石碑等)や、既存の施設(建物の壁面や道路情報板など)の活用を検討する。</p> <p>津波避難のための施設整備指針③より 居住者・従事者。観光や業務などで訪れる外来者・道路通行車両の運転者それぞれに 対し、適切なサインの設置場所・掲示内容を検討する。</p> <p>津波避難のための施設整備指針④より 景観に配慮したデザインを検討する。</p> <p>現地調査より 地域それぞれにおいて特徴に合わせた避難経路設定を検討する。</p>
・外来者が理解し避難可能なサインであること	<p>アンケート調査より 低いサイン位置で遠くから視認でき、直感的かつ簡単な避難誘導サイン</p> <p>津波避難のための施設整備指針③より 居住者・従事者。観光や業務などで訪れる外来者・道路通行車両の運転者それぞれに 対し、適切なサインの設置場所・掲示内容を検討する。</p> <p>現地調査より 地域それぞれにおいて外来者に対応した避難情報を検討する。</p>
・従来のピクトグラムや避難経路マップを活用しつつ避難経路を明確化し、適切な情報を増やすこと	<p>津波避難のための施設整備指針②より 津波の危険性、避難場所・避難方向、津波発生を知らせるサインを設置する。</p> <p>シナリオ調査より 夜間の光源の必要性・サインの連続性</p> <p>現地調査より 円滑な避難のため、従来のサインを活用しつつ情報の整理と追加を検討する。</p>
・低いサイン位置で遠くから視認でき直感的かつ簡単であること	<p>アンケート調査より 低いサイン位置で遠くから視認でき、直感的かつ簡単な避難誘導シナリオ調査より サイン夜間の光源の必要性・サインの連続性</p> <p>現地調査より 震災後(津波到達後)の状況から、残された設備(路面)の中からサイン設置位置を検討する。</p> <p>特性抽出実験より 大部分が、目線より下方を見て進行している状況から、下方設置が望ましい。</p>
・深夜(夜間)において避難誘導サインの視認性を確保すること	<p>シナリオ調査より 夜間の光源の必要性・サインの連続性</p> <p>津波避難のための施設整備指針⑤より 深夜の災害による停電時に津波が発生した場合の視認性を確保する。</p> <p>現地調査より 外部光源に依存したサインが多いため、サイン自体の発光を検討する。</p>
・避難開始から終了まで継続性があること	<p>調査考察より 避難中立ち止まることが無く、避難開始地点から避難場所まで途切れることのない誘導</p> <p>シナリオ調査より 夜間の光源の必要性・サインの連続性</p> <p>現地調査より 現状のサイン間は距離があるため、避難経路を連続して認識する方法を検討する</p>

第2章の引用文献

- 1) 永山 広樹：名取市公共サイン策定調査, 2007
- 2) 永山 広樹：名取市公共サイン基本計画, 2008
- 3) 永山 広樹：名取市公共サイン実施計画, 2009
- 4) 宮城県名取市：東日本大震災名取市の記録, p.43 p.54, 2014
- 5) 宮城県七ヶ浜町：東日本大震災 七ヶ浜町 震災記録集, 2014
- 6) 株式会社ワークスコーポレーション：プロダクトデザイン 商品開発に関わるすべての人へ, pp.100-101, 2009
- 7) 社団法人 日本道路協会：道路標識設置基準・同解説, 1987
- 8) 宮城県津波対策連絡協議会：宮城県津波対策ガイドライン, 2003
- 9) 宮城県：津波避難のための施設整備指針～避難場所・津波避難ビル等、避難路、避難誘導サインについて～, p.57, 2012
- 10) 宮城県津波対策連絡協議会：宮城県津波対策ガイドライン～沿岸市町における津波避難計画, 地域ごとの津波避難計画の策定に向けて～, 2014
- 11) 国土交通省国土地理院：10 万分の 1 浸水範囲概況図 13, 2011
- 12) 静岡県：静岡県第4次地震被害想定調査, 2013
- 13) 静岡県：静岡県第4次地震被害想定(第二次報告) 報告書, 2013
- 14) 静岡県 危機管理部：静岡県地震・津波対策アクションプログラム 2013, 2013
- 15) 中央防災会議：南海トラフ地震防災対策推進基本計画, 2014
- 16) 名古屋市：名古屋市震災避難ガイドライン, 2015
- 17) 日本工業規格 JIS Z 8210(2002)
- 18) 日本工業規格 JIS Z 9103(2005)
- 19) 伊藤 納奈, 福田 忠彦：歩行時の下方視覚情報への依存における加齢効果 眼球運動の時系列的変化, 人間工学 40 巻 (2004) 5 号, pp.239-247, 2004
- 20) 中野泰志他：階段昇降の際に必要な視覚情報 (1) - 利用者はどの位置で何を見ているか -, 日心第 71 回大会 (2007), 2007
- 21) 小池洋平, 浜岡秀勝, 清水浩志郎：子供の視点を考慮した安全な歩行者空間に関する研究, 土木計画学研究・講演集, p.27, 2003

第 3 章

広域災害用避難誘導サインのデザイン条件

3.1. 避難誘導サインのデザイン条件

第 3 章の引用文献

第3章 広域災害用避難誘導サインのデザイン条件

3.1. 避難誘導サインのデザイン条件¹⁾

避難誘導サインのデザイン条件は、2章の調査結果を踏まえ整理した表2-4 (p.48) の考え方をもとに案出した。

デザイン条件は下記の10項目である。

- (a) 各地域の実情に合わせた避難誘導の経路設定ができる
- (b) 周辺既存設備を活用する(壁面や道路情報板など)
- (c) サイン自体の視認性が高い
- (d) 居住者のみならず、外来者が理解し避難ができる
- (e) 従来のサイン情報と連携し、適切に避難情報を増やす
- (f) 直感的かつ簡単なサイン
- (g) 遠くから視認でき、サインの位置が低い
- (h) 深夜(夜間)において視認性を確保する
- (i) 避難開始から終了まで継続している
- (j) 全国瞬時警報システム(J-ALERT)など避難情報との連携連動

これらの項目について、詳細を下記に示す。

(a) 各地域の実情に合わせた避難誘導の経路設定ができる

避難誘導に対する条件：地域に合わせた避難誘導経路の設定を行うこと

調査から求められた条件：津波避難のための設備整備指針①③④、現地調査

地形的特徴や周辺施設の状況から、避難すべき方向は地域によって大きく異なる。それぞれの特徴に沿った避難経路設定が求められる。

また、従来型のサインのうち、矢印型のピクトグラムでは、地域によって多様な経路がある場合避難方向の指示に限界がある。それぞれの地域に合わせた避難経路設定が図られるよう、避難経路を柔軟に設定できる汎用性が求められる。

(b) 周辺既存設備を活用する(路面、壁面、道路情報板など)

避難誘導に対する条件：地域に合わせた避難誘導経路の設定を行うこと

調査から求められた条件：津波避難のための設備整備指針①④

避難誘導サインの継続性が求められることから、多くの避難誘導サインを設置する必要がある。そのため、サインの取り付け以外に新たな設備の施工を必要とせず、避難経路

上に存在する設備に対して取付可能な形構造とする必要がある。

また、東日本大震災後の現地調査において、津波到達後の状況から残っている設備は路面が主であり、災害発生時に流失しない物を設置箇所に定めることも求められる。

(c) サイン自体の視認性が高い

避難誘導に対する条件：外来者が理解し避難可能なサインであること

調査から求められた条件：アンケート調査、津波避難のための設備整備指針③、現地調査
避難経路を明確にするため、避難誘導サイン自体の高い視認性が図られなければならない。
また避難行動中、昼夜を問わず常に視認できることが望ましい。

夜間の視認性と併せ、視認性をより高める方式として従来の反射式のサイン表示ではなく、自己発光機能などを用いた、避難誘導サインを検討することが求められる。昼間においても視認可能な発光量が求められる。

(d) 居住者のみならず、外来者が理解し避難ができる

避難誘導に対する条件：外来者が理解し避難可能なサインであること

調査から求められた条件：アンケート調査、津波避難のための設備整備指針③、現地調査
現地調査において、避難施設が用意されている地域に誘導サインはほとんど用意されていないのが現状である。

避難誘導サインが設置されていない状況においても津波避難タワー周辺の住民らは、日頃の生活や、避難訓練時に避難経路の設定を各自で行える。しかし、外来者は適切な避難経路の情報・知識が無いため、避難行動を行う際の情報が必要となる。

また、現状の避難経路情報では、他の避難者が進行している先が避難方向として正しいかの判断も次のサインを視認するまで曖昧となるため、特に外来者に向けた避難経路の明確化が求められる。

(e) 従来のサイン情報と連携し、適切に避難情報を増やす

避難誘導に対する条件：従来のピクトグラムや避難経路マップを活用しつつ避難経路を明確化し、適切な情報を増やすこと

調査から求められた条件：津波避難のための設備整備指針②、シナリオ調査、現地調査
広域災害時の避難を想定している地区には、従来型の避難誘導サイン（ピクトグラムなど）がすでに設置され、避難経路が設定されている箇所もある。また、これまでの避難誘導サイン等の普及・災害時の防災教育、ピクトグラムサインの汎用性の観点から、従来型の避難誘導サインは今後も用いられると考えられる。

新たに避難誘導サインを用いる際に、全く別の形態や種類のサインを導入することは、情報の整理の観点から望ましくない。そこで、これまでの避難誘導サインとの併用を念頭に、相互補完することで、より避難誘導経路の明確化を図る形式の避難誘導サインが求められる。

(f) 直感的かつ簡単なサイン

避難誘導に対する条件：低いサイン位置で遠くから視認でき直感的かつ簡単であること

調査から求められた条件：アンケート調査、シナリオ調査、現地調査

津波避難路マップのように避難経路全体を理解させた上で、避難を促すものや、警告のみを伝えるサインは、避難方向を決定するには情報不足になるために時間を要する。そこでアンケート調査から得られた項目でもある直感的という点について、避難者が避難すべき方向を直感的に理解できるサインが求められる。

(g) 遠くから視認でき、サインの位置が低い

避難誘導に対する条件：低いサイン位置で遠くから視認でき直感的かつ簡単であること

調査から求められた条件：アンケート調査、シナリオ調査、現地調査

避難誘導サイン自体を遠くから視認可能なものとすることで、進行方向を示し避難経路からの逸脱を抑える。また、アンケート調査から得られた低いと言う項目、シナリオ調査から得られた避難中の視線の位置から、避難行動時の視線の低さをとらえ、避難誘導サイン設置位置を低くすることが求められる。

(h) 深夜（夜間）において視認性を確保する

避難誘導に対する条件：深夜（夜間）において避難誘導サインの視認性を確保すること

調査から求められた条件：シナリオ調査、津波避難のための設備整備指針⑤、現地調査

従来型の避難誘導サインの多くは、反射式の避難誘導サインであり、外部光源に依存する。そのため、電力供給が止まった際、夜間において反射式サインの視認性が低下する。そこで、避難誘導サイン自体の視認性を確保するための自己発光型などの光源が求められると共に、避難経路上の視認性も求められる。

(i) 避難開始から終了まで継続している

避難誘導に対する条件：避難開始から終了まで継続性があること

調査から求められた条件：調査考察、シナリオ調査、現地調査

従来型の避難誘導サインは、要所々々に設置し避難経路としていたが、サインとサインの間が空いてしまうことで誤った経路へ進行する場合がある。また、正しい避難経路を認識す

るまでに時間を要することは、円滑な避難を妨げる要因となる。

そこで、避難開始地点から津波避難施設等終了地点までを繋ぎ、継続して避難誘導できるサインが求められる。

(j) 全国瞬時警報システム (J-ALERT) など避難情報との連携連動

避難開始の際、発光開始の合図を手動ではなく J-ALERT などとの連携し、避難の開始を伝える方法が求められる。

第2章の調査分析から得られた条件と案出したデザイン条件との相関を表3-1に示す。

表 3-1 避難誘導サインに対する条件と求められた条件

避難誘導サインのデザイン条件	避難誘導に対する条件	調査から求められた条件
・各地域の実情に合わせた避難誘導の経路設定ができる	・地域に合わせた避難誘導経路の設定を行うこと	津波避難のための施設整備指針①より 長期的な認知やメンテナンスを考慮し、住民との協働、風化しづらい形態(石碑等)や、既存の施設(建物の壁面や道路情報板など)の活用を検討する。 津波避難のための施設整備指針③より 居住者・従事者。観光や業務などで訪れる外来者・道路通行車両の運転者それぞれに 対し、適切なサインの設置場所・掲示内容を検討する。 津波避難のための施設整備指針④より 景観に配慮したデザインを検討する。 現地調査より 地域それぞれにおいて特徴に合わせた避難経路設定を検討する。
・周辺既存設備を活用する(路面、壁面、道路情報板など)	・地域に合わせた避難誘導経路の設定を行うこと	津波避難のための施設整備指針①より 長期的な認知やメンテナンスを考慮し、住民との協働、風化しづらい形態(石碑等)や、既存の施設(建物の壁面や道路情報板など)の活用を検討する。 津波避難のための施設整備指針④より 景観に配慮したデザインを検討する。
・サイン自体の視認性が高い	・外来者が理解し避難可能なサインであること	アンケート調査より 低いサイン位置で遠くから視認でき、直感的かつ簡単な避難誘導サイン 津波避難のための施設整備指針③より 居住者・従事者。観光や業務などで訪れる外来者・道路通行車両の運転者それぞれに 対し、適切なサインの設置場所・掲示内容を検討する。 現地調査より 地域それぞれにおいて外来者に対応した避難情報を検討する。
・居住者のみならず、外来者が理解し避難ができる	・外来者が理解し避難可能なサインであること	アンケート調査より 低いサイン位置で遠くから視認でき、直感的かつ簡単な避難誘導サイン 津波避難のための施設整備指針③より 居住者・従事者。観光や業務などで訪れる外来者・道路通行車両の運転者それぞれに 対し、適切なサインの設置場所・掲示内容を検討する。 現地調査より 地域それぞれにおいて外来者に対応した避難情報を検討する。
・従来のサイン情報と連携し、適切に避難情報を増やす	・従来のピクトグラムや避難経路マップを活用しつつ避難経路を明確化し、適切な情報を増やすこと	津波避難のための施設整備指針②より 津波の危険性、避難場所・避難方向、津波発生を知らせるサインを設置する。 シナリオ調査より 夜間の光源の必要性・サインの連続性 現地調査より 円滑な避難のため、従来のサインを活用しつつ情報の整理と追加を検討する。

・直感的かつ簡単なサイン	・低いサイン位置で遠くから視認でき直感的かつ簡単であること	アンケート調査より 低いサイン位置で遠くから視認でき、直感的かつ簡単な避難誘導シナリオ調査より サイン夜間の光源の必要性・サインの連続性 現地調査より 震災後（津波到達後）の状況から、残された設備（路面）の中からサイン設置位置を検討する。 特性抽出実験より 大部分が、目線より下方を見て進行している状況から、下方設置が望ましい。
・遠くから視認でき、サインの位置が低い	・低いサイン位置で遠くから視認でき直感的かつ簡単であること	アンケート調査より 低いサイン位置で遠くから視認でき、直感的かつ簡単な避難誘導シナリオ調査より サイン夜間の光源の必要性・サインの連続性 現地調査より 震災後（津波到達後）の状況から、残された設備（路面）の中からサイン設置位置を検討する。 特性抽出実験より 大部分が、目線より下方を見て進行している状況から、下方設置が望ましい。
・深夜(夜間)において視認性を確保する	・深夜(夜間)において避難誘導サインの視認性を確保すること	シナリオ調査より 夜間の光源の必要性・サインの連続性 津波避難のための施設整備指針⑤より 深夜の災害による停電時に津波が発生した場合の視認性を確保する。 現地調査より 外部光源に依存したサインが多いため、サイン自体の発光を検討する。
・避難開始から終了まで継続している	・避難開始から終了まで継続性があること	調査考察より 避難中立ち止まることが無く、避難開始地点から避難場所まで途切れることのない誘導 シナリオ調査より 夜間の光源の必要性・サインの連続性 現地調査より 現状のサイン間は距離があるため、避難経路を連続して認識する方法を検討する
・全国瞬時警報システム (J-ALERT) など避難情報との連携連動		

第3章の引用文献

- 1) 永山雅大 原田一 永山広樹：広域災害における避難誘導の実態調査ー東日本大震災および発生が予測される南海トラフ地震を対象として，日本デザイン学会誌 デザイン学研究，2018 掲載予定

第4章

避難誘導サインユニットのデザイン試作と検証実験

4.1. はじめに

4.2. 避難誘導サインユニットの試作

4.2.1. U字溝蓋型避難誘導サインユニット

4.2.2. 道路鋳型避難誘導サインユニット

4.2.3. 実用モデルの選定

4.3. 道路鋳型避難誘導サインユニットの検証実験

4.3.1. 避難誘導サインユニット視認性検証実験

4.4. 避難誘導サインユニットの改良に向けた考察

4.4.1. 改良への必要条件

4.4.2. サインユニットの改良条件

第4章の引用文献

第4章 避難誘導サインユニットのデザイン試作と検証実験

4.1. はじめに

3章で得られた、広域災害時における避難誘導サインのデザイン条件に基づいて、避難誘導サインのアイデア抽出とその展開を行った。

従来から用いられている避難誘導サインと共存するものかつ、視認性の確保、津波到達後の状況や視線位置、サインの連続性等の条件から、自己発光式で設置箇所に路面を用い、連続的に多くを設置することを考えた。また、道路上にすでにある設備を参考にすることで、新たな施工を必要としない方法を検討した。

その結果、避難誘導サインをユニット化して利用に繋げる U 字溝蓋型と道路鋲型の 2 案を見出した。各々の性能、形状、使用方法を検討し、設計を行い試作モデルを製作した。

4.2. 避難誘導サインユニットの試作

避難誘導サインユニットは、デザイン条件 (f) で示した「直感的かつ簡単なサイン」(p.51) の条件から読解力を必要としない誘導表示の検討を行い、文字を用いないサインとした。しかし、東日本大震災被災地の調査や、南海トラフ地震対象地域の調査より、これまで使用されてきた従来の避難誘導サインのみでは、避難場所までの情報が不十分であることから、避難誘導情報を組合せて増加させることが求められる。そのために、従来の津波避難サイン、津波避難路マップのサインを活用しつつ、LED 光源を用いて情報量の整理を行い避難方向の判断が容易な避難誘導方法をとる。

デザイン条件の (g)(p.51) で示すように、現在使用されている避難誘導サインは、視線より上方に設置する方法が多いことから、低いサイン位置に設置することにより従来のサインとの併用を図れば適切な避難誘導ができると考えられる。また、避難誘導サイン自体の「夜間の視認性」と「明かりの確保」の条件を満たすため、自立発光機能を持たせた。自立発光機能は 非常時（特に夜間）に避難誘導サインの視認性を確保すると共に、連続的に配置することで避難誘導が可能となる。通常時には、足元を照らす照明器具の機能も併せ持つ。設置場所は、各地域の避難計画や津波避難のための施設整備指針等に従って、避難経路の道路に沿うように設置する。

サインユニットの設置（準備や施工）については、多様なニーズが想定される。例として、津波避難施設の設置や避難経路の策定の際に、地方自治体や町内会単位で避難経路を明確化するために用いる方法から、各家庭が所有し避難経路の明確を図るために設置する方法などがあるため、大掛かりな工事を必要としない設置形状を検討する。

4.2.1. U字溝蓋型避難誘導サインユニット

一般的なU字溝の蓋は、蓋以外の使用用途がなく、またメンテナンス等の条件から蓋上部へ物を設置することは基本的に無い。その為、避難誘導サインユニットの設置を仮定した際に道路上で新たに設置場所を確保する必要がない点から避難誘導サインを埋め込むための場所として選定した。

U字溝の蓋を応用したサインユニット（図4-1）は、既存U字溝の蓋と入れ替えて設置を行い住宅地内道路において歩行者の足下を照らす灯りの確保と非常時の進行方向を示すことを目的としてアイデアモデルを試作した。本アイデアモデルは、発泡材をもとに塗装を施し、発光体としてLEDを用いている。

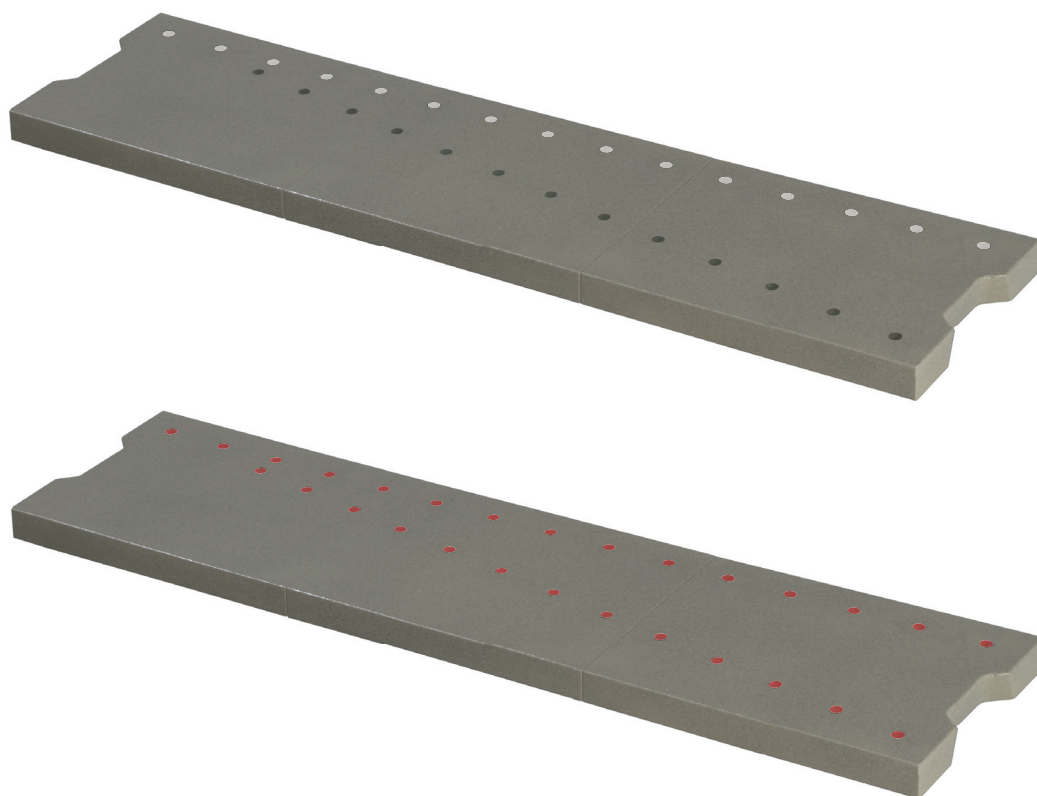


図4-1 U字溝蓋型避難誘導サインユニットアイデアモデル 上：通常時，下：非常時

構造は、市販されているU字溝の蓋（寸法：600mm×450mm）と同等とし、強度を確保する（図4-2）。

給電方法は、サインユニットの設置箇所に用意する電力配線から行き、蓋の内部充電式電池に蓄える。充電式電池は、非常時に電力供給が遮断されても発光可能となる。

点灯方法は、通常時昼夜を照度センサーで明るさを検知して夜間に足元照明として点灯する。非常時は、全国瞬時警報システム（J-ALERT）や市町村の避難指示情報などの避難

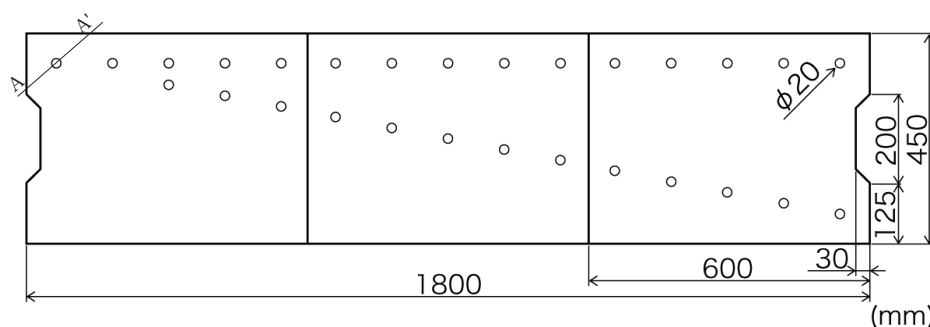


図 4-2 避難誘導サインユニットモデル寸法図

準備情報が発令された段階で、サインユニットに備えた無線装置で受信することにより点灯し避難誘導を開始する。

発光は、図 4-1 に示すアイデアモデルのように通常時直線部分が白色点灯、非常時は直線部および斜め線部が赤色で全灯 0.8 秒（点灯 50%・減灯 50%）間隔の点滅である。赤色点滅の全灯により矢印が浮かび上がる。

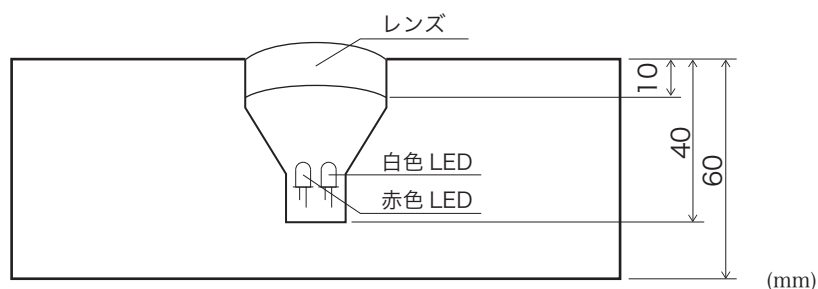


図 4-3 A-A' 断面図

発光体は、長期間使用、充電式電池の小型化および電力消費量削減のため、LED を用い、レンズ部分を凸形状とすることで、直上以外の方向からの視認性を確保する（図 4-3）。

設置間隔は、通常製品の U 字溝蓋 10 個 (6m) を挟み本提案のサインユニットを使用する。設置の間隔が 10 個（6m）取れない場合や道路の末端に達した場合は、道路の両端のみの設置か 10 個（6m）の間隔を取らず設置する。

避難誘導サインとして方向性を示すために、通常の U 字溝 3 個分を繋げた形状となっており、サインユニット内光源の列の位置と幅を徐々に広げることで矢印として視認可能となり方向性を示す。また点灯時、光は上方を向き、拡散レンズを用いることによりどの方向からも光を視認出来るものとする。この方式は境界ブロック等にも応用が出来ると考える。

4.2.2. 道路鋏型避難誘導サインユニット¹⁾

一般的な道路鋏は、車両経路の区別、車道と歩道の分離等に使用される、反射または点滅式の路面設置器具であるが、本研究で道路鋏を応用するにあたり、路面設置の容易さと自己発光機能に着目し、設置形状、発光の方法および色、設置間隔等を定めることで避難誘導に適した形状を検討し、図4-4に示すアイデアモデルを得た。

このサインユニットは、歩道および車道等の路面上に埋設する形で使用を行い、歩行者の足下を照らす灯りの確保と非常時の進行方向および車両の非常時の進行方向（図4-5）を示すことを目的としている。アイデアモデルは、3Dプリンターを用い製作し、発光体としてLEDを用いている。

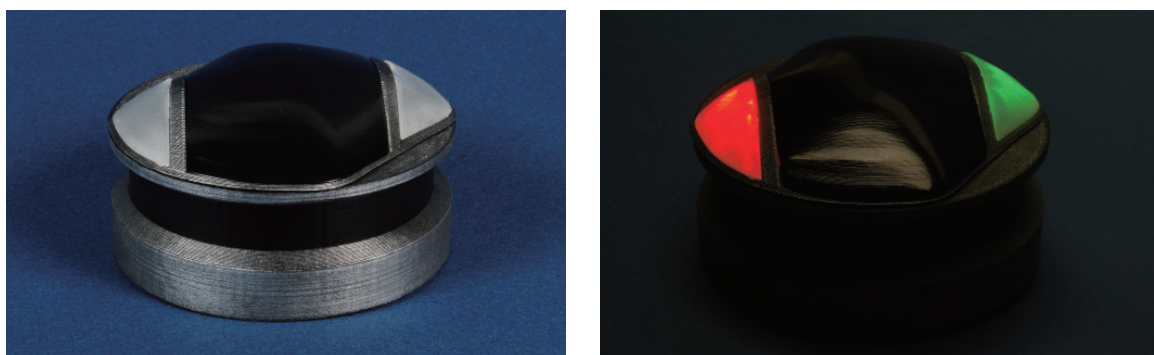


図4-4 道路鋏型避難誘導サインユニットモデル 左：通常時，右：非常時

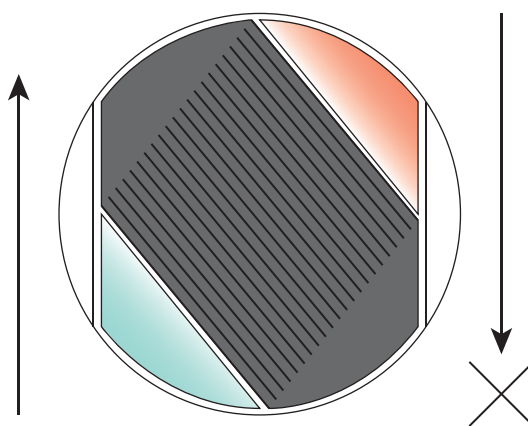


図4-5 道路鋏型モデル上面 進行方向

構造は、路面に埋設する方法を採用することにより、固定の容易さ・バッテリースペースの確保・衝撃吸収素材の使用を可能としている（図4-6）。直径90mm、全体高さ50mm（点灯部高さ15mm、埋設部高さ35mm）の円筒形状を有し、コアドリルを用い直径92mm、深さ35mmの穴を開け接着剤と共に路面に差し入れ設置する。地下部分を活用して充電式電池を入れると共に、クロロプレンゴムのリングを衝撃吸収部として設けサインユニットの保護を行う（図4-7）。また、一般的な道路鋏は地上凸部分の高さが平均30mm程あるが、埋設型にすることにより15mmの高さになる。さらに、凸部分の形状も曲面にすることにより、歩行者や車両に対し衝撃の緩和に繋がる。

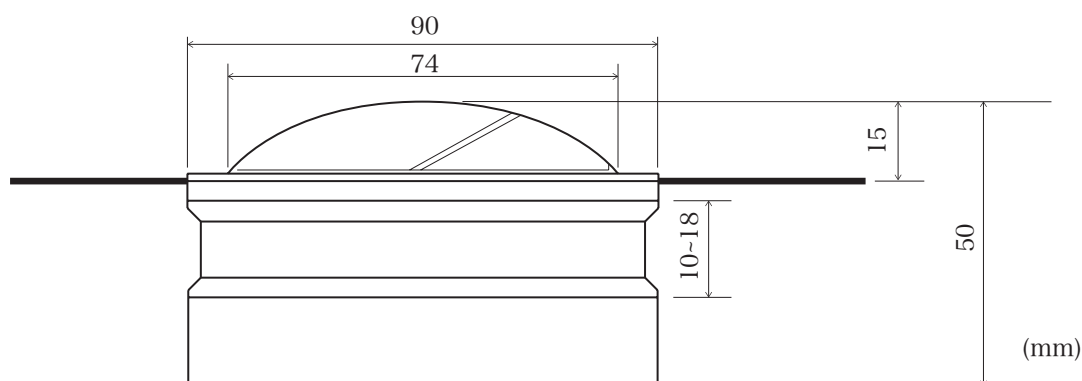


図 4-6 道路鋏型避難誘導サインユニットモデル寸法図

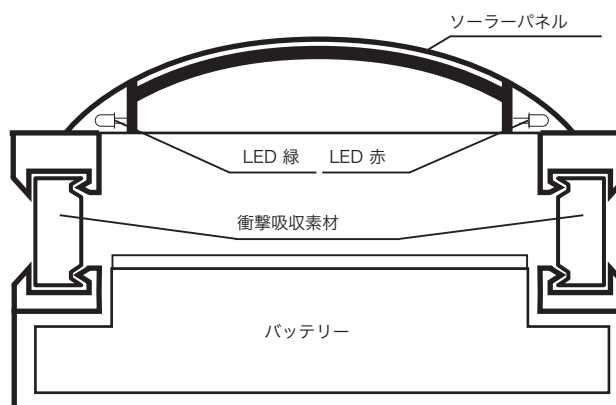


図 4-7 道路鋏型モデル断面構造

給電方法は、ソーラーパネルを使用して内部の充電式電池に蓄電することにより、夜間や非常時に独立して発光することが可能となる。

点灯方法は、U字溝の蓋を応用したサインユニット同様に通常時は夜間に足元照明として点灯する。非常時の点灯も同様に点灯することにより避難誘導を開始する。

発光は、通常時消灯又は夜間白色に点灯、非常時には進行可能方向が緑色点灯、進行不可が赤色点灯・点滅することにより、直感的に進行方向を見出すこと可能となる。また、サインユニット本体上部の形状が曲面型デザインのため LED 光指向性特性を利用して緑色と赤色の干渉を防ぐ。

発光体は、長期間使用、充電式電池の小型化および電力消費量削減のため、LED を用いる。

非常時の発光周期は、進路方向が変化する合流部分や交差点などを明確に示すため、道路の状態に合わせて3つのパターンを考えた。点滅速度の基準は、参考にした道路鋏の点滅間隔 0.8 秒をもとに、より注意を引く目的で半分の点滅速度 0.4 秒を設定した。

点滅速度 0.4 秒の設定については、横浜市道路管理局技術管理課が提示している“道路

鋲（自発光式）の製作設置工事に関する特記仕様書¹²⁾を引用すると、

〈4 構造及び性能〉

イ 点滅回数 交差点鋲及び変形交差点鋲並びに停止線鋲にあっては対向する発光面が毎分約 160 ± 20 回以上、中央線鋲は毎分約 150 回以上とする。

ウ 発光時間 10msec

と規定されている。さらに、交差点内に設置される道路鋲（自発光式）の仕様を定めていることも参考とした。

3つの発光パターンを考えた経緯は、進路変更や右左折など避難行動に変化がある場面に対して、サインの情報も変化をつけることで注意を促し、正しい避難経路へ誘導を行うためである。点灯から 0.8 秒間隔の点滅へ変化し、続いて 0.4 秒の点滅となることでさらに変化を与え、避難者が置かれている地点に進路の変化がある事を認識させるためである。また、水谷らによる“緊急情報伝達器具として照明器具をデザインするための基礎調査”³⁾において、点滅の間隔は点滅周期の違いにより緊急感は全ての色相において点滅時間が短い方が強く感じると述べられている。以上のことから 0.8 秒点滅と 0.4 秒点滅の違いによって、緊張感を得ることが可能となり避難経路上に変化情報として示すことに繋がると考えている。

3つの発光パターンの使用方法是以下のとおりとした。

- ①：直線や緩やかなカーブでは点灯
- ②：合流部分および交差点直前や急なカーブでは 0.8 秒（点灯 50%・滅灯 50%）間隔の点滅
- ③：T 字路などの合流部分や交差点内では 0.4 秒（点灯 50%・滅灯 50%）間隔の点滅

サインユニットの設置は、サイン表示の連続性を考慮して直線・カーブ・進路変更では、最大 30m、合流部や交差点手前 10m・5m 地点と合流部や交差点内に設置とすることとした。道路の状況に合わせ、次のサインユニットが目視可能な距離に合わせ設置することが条件となる。

既存の道路鋲との違いについては、表 資料 -6(pp.129-131) に示すように、昼夜に問わず使用可能なこと、主に歩行者に向けて使用すること、一般的な道路鋲が注意喚起や車線の区別、車歩道の分離のために用いられているが、本研究の道路鋲形避難誘導サインは誘導を行うために用いられていることが特徴としてあげられる。

4.2.3. 実用モデルの選定

2種類の路面設置型サインユニットを試作し、検証実験を行うに辺り、採用するアイデアモデルを選択することとした。選択にあたり検討事項として挙げた点は以下となる。

(a) 製造コスト

製造コストは、U字溝の蓋を参考にしたものは、U字溝の蓋としての機能に加えて、鉄筋コンクリート造の内部にレンズ、発光体、基板（配線等）、バッテリーを内蔵し、電力供給のための配線施工が必要となることで製造コストが高くなる。一方、道路鋲を参考にしたものは、すでに発光に必要な機能を含んでいる形となり、本アイデアモデルの形状要素を用いて形状や発光量等の再設計で使用が可能となり製造コストを抑えることができると考えられる。これらの製造コストに関する面から路面へ多く設置する必要性も加味し道路鋲が適当であると考えた。

(b) 設置位置の自由度

設置位置の自由度については、路肩に側溝（U字溝）が無ければ設置が容易ではない点に比べ、道路鋲型のサインユニットでは、路面上であれば設置がしやすく、避難経路に合わせた設置方向の調整も柔軟に対応出来ると考えられる。

上記の観点から実用化に向ける試作モデルとして道路鋲型のサインユニットに絞り、有効性の検証実験を行った。

4.3. 道路鋸型避難誘導サインユニットの検証実験

本実験は、構想したサインユニットの機能面、条件について基本的な在り方を探るために実施した実験室段階のものである。

4.3.1. 避難誘導サインユニット視認性検証実験

試作した道路鋸型避難誘導サインユニットを用い検証実験を行った。その目的は、昼間における視認可能距離、提案した点灯と点滅2種類の計3種類の中で緊急性の印象（感じ方）を比べ、サインユニットを避難経路に用いる際、発光方法を定める基準を検討することにある。

実験は、東北工業大学（Tohoku Institute of Technology : T.I.T.）および静岡文化芸術大学（Shizuoka University of Art and Culture : SUAC）の学生を対象に実施した。

(1) 実験場所

実験場所選定の理由として、下記の3点を実験に向けた条件とした。

- 1) 実験中被験者の安全を確保できること
- 2) 直線距離で90m以上取れ、途中遮る物がないこと
- 3) 実験開始前の準備から終了後の撤収まで場所を確保できること

これらの条件のもと場所の選定を行ったが、実験時刻を日の高い13時から15時前後とし、天候は晴れを想定していたため、実験被験者である2大学の学生の協力を得られやすいそれぞれの大学校舎および周辺を実験場所とした。

(a) 東北工業大学

長町キャンパスフットサルコート（図4-8）。



図 4-8 視認性検証実験場所（T.I.T.）

(b) 静岡文化芸術大学

静岡文化芸術大学南側の歩道（図4-9）。



図 4-9 視認性検証実験場所（SUAC）

(2) 実験方法

実験は、昼間に行い、被験者は、30m,60m,90m の距離に設置された提案のサインユニットを目視にて確認後、下記に示す実験項目について回答を得た。

実験項目は、1) 30m,60m,90m における視認性、2) 3種類の発光方法（点灯・遅い点滅・早い点滅）の中で緊急性の捉え方の違い、3) 1)、2) の実験を終えた上で、進行したいと感じる色。以上の3つである。

視認性および発光方法の印象についての評価は、7段階評価で行った。進行したい方向を示す色については赤色、緑色の2択とした。

実験ユニット（提案の避難誘導サイン）は、予め実験場所それぞれ（東北工業大学：フットサルコート内グラウンド上，静岡文化芸術大学：歩道面上）に緑色表示のサインと赤色表示のサインの間を1000mm 開け設置を行った（図4-10）。被験者は、実験場所外に集合後、実験の趣旨を説明。実験場所へ移動し、指定位置に到着後アンケート用紙を配布、30mの距離に設置したサインユニットから開始する。指定位置から点灯状態の赤色・緑色について視認の可否の記入を行う。次に点灯・点滅（遅い）・点滅（早い）3種類それぞれの評価を行い、緊急性の印象を記入する。60m、90m の距離の実験についても同様の方法で実施した。最後に、実験場所から離れた上で赤色・緑色についてどちらに進行したいと感じるかを記入する。

アンケート調査用紙は、資料-6を参照のこと。



図4-10 サインユニット設置方法

(3) 避難誘導サインユニット視認性検証実験結果

(a) 東北工業大学実験結果 (2016年7月) (表4-1)

(対象人数：12人 年齢：20歳代 性別：男10人，女2人)

実験当日は晴れ、時間は15時台である。

東北工業大学における実験結果は、視認性のうち「見える」「やや見える」の合計が、30mは赤色74.9%、緑色83.3%、60mにおいては赤色33.2%、緑色23.9%となった。90mは、どちらの色に置いても全員が視認出来ない結果である。

赤色・緑色の視認性では、30mの距離は緑色の視認性が高いが、60m・90mと距離が長くなると、赤色の視認性が高いという結果である。

緊急性の項目では、緊急性を感じた順に1：点滅（早い），2：点灯，3：点滅（遅い）の結果である。

進行したい色は、緑色 75%、赤色 25% となった。

表 4-1 視認性実験結果 (T.I.T.) (%)

視認性 非常に-やや 見える	30m	60m	90m
赤色	74.9	33.2	視認不可
緑色	83.3	23.9	視認不可
進行したいと感じる色	赤色 25.0	緑色 75.0	
緊急性を感じる順序	1 点滅(早い: 0.4秒)	2 点灯	3 点滅(遅い: 0.8秒)

(b) 静岡文化芸術大学実験結果 (2016 年 6 月) (表 4-2)

(対象人数: 15 人 年齢: 20 歳代 性別: 男 5 人, 女 10 人)

実験当日は晴れ、時間は 14 時台である

静岡文化芸術大学における実験結果は、視認性のうち「見える」「やや見える」の合計が、30m は赤色 73.3%、緑色 20%、60m においては赤色 6.6%、緑色 6.6% となった。90m は、どちらの色においても全員が視認出来ない結果である。

赤色・緑色の視認性では、全ての距離において赤色の視認性が高いという結果である。

緊急性の項目では、緊急性を感じた順に 1: 点滅 (早い), 2: 点灯, 3: 点滅 (遅い) の結果である。自由記述から、早い点滅は切迫感を感じ行動に繋がり、点灯は消灯状態が無く認識しやすい。遅い点滅については点滅速度が余裕を与えられている様に感じるといった回答を得た。進行したいと感じる色は、緑色 33%、赤色 60% となった (未回答 7%)。

表 4-2 視認性実験結果 (SUAC) (%)

視認性 非常に-やや 見える	30m	60m	90m
赤色	73.3	6.6	視認不可
緑色	20.0	6.6	視認不可
進行したいと感じる色	赤色 60.0	緑色 33.0	未回答 7.0
緊急性を感じる順序	1 点滅(早い: 0.4秒)	2 点灯	3 点滅(遅い: 0.8秒)

(4) 実験の考察

a) 30m, 60m, 90m における視認性に関して

指定位置から 30m までは可能であるが、距離が 60m 以上となると極端に視認性が低下している。しかし、東北工業大学と静岡文化芸術大学の実験結果を比較すると東北工業大学の視認性が高い傾向にある。視認性が高い要因は、実験場所の路面状況の違いに

より差が現れたと考えられ、東北工業大学長町キャンパスフットサルコートの方が土であり、ほぼ単色であることから視認のしやすさに繋がったものと考えられる。静岡文化芸術大学実験場所である歩道の路面状況の変化も視認性に影響を与えており、タイルやブロックと言った多色が混合されている歩道面や植え込みなどは、周辺の色にサインユニットの赤色光・緑色光が同化して判断を妨げていると推測される。

b) 3種類の発光方法による緊急性の捉え方の差

両大学とも1:点滅(早い),2:点灯,3:点滅(遅い)の順位に変わりはない。点滅の速度が遅くなると緊急性よりも余裕を与えるという結果である。また、緊急性の捉え方について、山下らの“点滅周期および色光の変化による生理的・心理的影響”⁴⁾では、「心理的評価から黄色光、赤色光、緑色光、青色光に共通して認められた傾向として、点滅周期が早まるほど緊張感や不安感を強く感じる一方で、リラックス感を感じにくくなり、点滅周期が長くなると緊張感や不安感を感じにくく、リラックス感を感じやすい特性を示している。つまり、同色相であっても、点滅周期の違いにより、人が感じる生理的・心理的效果に差異が認められる可能性が示唆された」と述べている。これは、本実験結果と同様の知見である。

さらに、今回の実験では、サインユニットを定点に設置し被験者が指定の距離まで移動し目視する形で実施したが、実際の避難では、連続して設置したサインユニットをたどるため、避難経路を用意し実際に避難行動を行った上で、点滅速度の影響についても検証することが必要であると考えられる。

c) 進行したいと考える色について

両大学を総合すると緑色54%、赤色42.5%である。この点については、赤色の視認性の良さと緊急時の警告色であることが複合して避難時に目指す方向と捉えたという回答を得ている。一方で緑色では「安心・安全に感じる」「避難誘導灯と同様」「信号の進めと同様」等といった意見から適切であるとの回答も得ている。赤色・緑色どちらの回答も避難時に考える要素であるが、すでに設置されている避難誘導サインとの適合や安全色等の要素から緑色は欠かせないため、緑色の視認性が悪い状況改善を図り適切に活用出来るよう検討が必要である。

4.4. 避難誘導サインユニットの改良に向けた考察

4.4.1. 改良への必要条件

実験を行った結果から、サインユニットの改良に必要な条件が挙げられた。

サインユニットの視認性では、赤色・緑色共に距離が 30m までは視認可能であるが、距離が 60m 以上になると視認性が低下する。また、ユニット自体が周囲と同化することで視認性が低下する。

これらの課題への対策は、ユニットのレンズ部分の拡大と発光量増加と設置場所の条件設定等により視認性向上を行う。さらに設置間隔を、視認可能な距離 30m を最大距離と定め、設置の連続化を図り視認性の改善を図る。

サインユニットの設置についても、路面埋設方式から簡便な方式への変更を行うことで施工性の向上を行う。当初は車道を主とした路面上を考えていたが、歩行者を対象とすることや、多様な路面形状に対応させるため、設置時の路面の加工が少ない方法を図る。

サイン点灯と点滅速度の違いによる緊急性の印象では、視認性が良いことが影響し点滅速度が早い場合に評価が高い。これは、山下らの“点滅周期および色光の変化による生理的・心理的影響”⁴⁾において「注意喚起や警告の際には、どの色相においても点滅周期を早め、リラックス効果を期待する際は、点滅周期を長くするなど、目的に応じた点滅周期を選択することでより高い効果が期待できるといえる」と述べている。このことは、点滅速度が早い場合に緊急性の印象評価が高いことと同様であると言える。また、今回の実験では定点に置いて行ったが、本来の使用方法は、連続して設置したサインを辿ることを想定しているため、連続した設置による緊急性の印象の検証も必要であることが明らかとなった。

点灯点滅の使用色では、進行したい色の検証結果から赤色・緑色ともに優位性が見られない結果である。この結果についても、山下らの“点滅周期および色光の変化による生理的・心理的影響”⁴⁾において「緊張感は全ての色相において点滅周期 1.2 秒の方が強く感じ、リラックス感は全ての色相において長周期 (4.2 秒) になるにつれて高まる傾向が得られた。不安感は黄色光、赤色光において点滅周期 1.2 秒の方が強く感じ、覚醒度は黄色光、緑色光、青色光において点滅周期 1.2 秒の方が高まる傾向が認められる」と同様の結果を述べている。赤色・緑色の二色の同時使用は、それぞれが進行先と判断する色が異なる場合避難誘導時に混乱が予想される。また、色弱や色盲の人への対応を考えると、同形状の中では色の違いを認識しづらい。既存の避難誘導サインとの適合や JIS 規格における安全色、既存の避難誘導サインに用いられている色等の条件から、サインユニットに使用する色について「緑色」を採用する。

4.4.2. サインユニットの改良条件

4.4.1. から、サインユニットの改良に向けたデザイン条件として以下が得られた。

1) 視認性の向上

- ・発光量増加による視認性の向上
サインユニット視認性を向上のため、LED の発光量を増加
- ・レンズ部分の拡大による視認性の向上
LED 発光量増加と共にレンズ部面積を拡大

2) 設置の条件

- ・本体形状の変更
設置箇所条件の緩和とサインユニットのコスト削減のため本体サイズを小型化
- ・設置方法の変更
設置時の施工性向上のため接着又はボルト止め式
- ・路面に設置する形状
埋設式から路面上への設置

3) 使用の条件

- ・発光色の単色化
2色による混乱を避けるため、緑色のみ使用

第4章の引用文献

- 1) 永山雅大 原田一 永山広樹：広域災害における避難誘導サインユニットの製作，日本デザイン学会誌 デザイン学研究，2018 掲載予定
- 2) 横浜市道路管理局技術管理課：道路鋲（自発光式）の製作設置工事に関する特記仕様書，p.1，1998
- 3) 水谷 奈那美，伊藤 三千代，今井 計，櫻庭 晶子，海野 務，山中 敏正，廣田 芳雄：緊急情報伝達器具として照明器具をデザインするための基礎調査，日本感性工学会論文誌 Vol.12 No.3，pp.355-359，2013
- 4) 山下 真裕子，山田 逸成，安田 昌司：点滅周期および色光の変化による生理的・心理的影響，知能と情報（日本知能情報ファジィ学会誌）Vol.27,No.2，pp.599-607，2015

第5章

改良型避難誘導サインユニットの製作と実験

5.1. はじめに

5.2. 改良型避難誘導サインユニットの特徴と製作

5.2.1. 改良型避難誘導サインユニットの特徴（道路鋸型）

5.2.2. 改良型避難誘導サインユニットの使用方法の検討

5.3. 改良型避難誘導サインユニットの検証実験

5.4. 改良型避難誘導サインユニット検証実験結果の考察

5.5. 改良型避難誘導サインユニットの製作と実験の考察

第5章の引用文献

第5章 改良型避難誘導サインユニットの製作と実験¹⁾

5.1. はじめに

第4章の実験結果から、避難誘導サインユニットに対し、改良を行う項目として挙げた条件を満たす改良型避難誘導サインユニットのモデルの試作と検証実験を行った。まず、実験結果から得られた改良条件を満たす、検証用の改良モデルを製作し、次に避難路を想定した模擬避難行動実験を行った。

5.2. 改良型避難誘導サインユニットの特徴と製作

5.2.1. 改良型避難誘導サインユニットの特徴（道路鋲型）（図5-1）

改良型サインユニットモデルの成形には、3Dプリンターを用いて行っている。

サインユニット本体発光部の改良は、視認性向上を図るため発光量の増加とレンズ部面積の拡大を図った。

発光量は、改良前モデルの緑色LED2灯（1灯あたり輝度：23,400～30,400mcd/20mA）から4灯へ増やすことで増加させた。

レンズ部面積は、改良前モデルが約630平方ミリメートルに対して改良後モデルを約1300平方ミリメートルと約2倍へと拡大した。

また、LEDの使用発光色は、4.4.1.(p.68)の改良への必要条件において赤色・緑色の二色同時使用は、避難誘導時に混乱が予想されること、色弱や色盲への対応では、同一形状の中では色の違いを認識しづらいこととJIS規格における安全色等の条件から緑色とした。

点灯方法は、通常時夜間のみ白色点灯を行う。緊急時は、昼間を問わず緑色点灯又は点滅を行う。点滅間隔は、改良前のサインユニットモデルを引き継ぎ、0.8秒（点灯50%・減灯50%）、0.4秒（点灯50%・減灯50%）である。

サインユニット外観部の変更は、本体外観上面直径90mmの円形を維持しているが路面設置・施工性向上を図るため上面寸法以外の変更を実施した。路面設置方法の変更は、底面を平らな形状にし、路面への直接設置を可能な形態とし、路面上へ埋設式から接着およびボルト止めで設置する。埋設部分（電源部等）を廃止することにより、全高は50mmから20mmとなったが、改良前のサインユニットモデル地上高さ15mmよりも5mm高くなり地上部分の表面積が増加した。

設置（施工）方法は、現在すでに用いられている道路鋲の施工方法を使用し、接着もしくはボルト止め、もしくはその両方を用いることを想定している。



図 5-1 改良型避難誘導サインユニットモデル

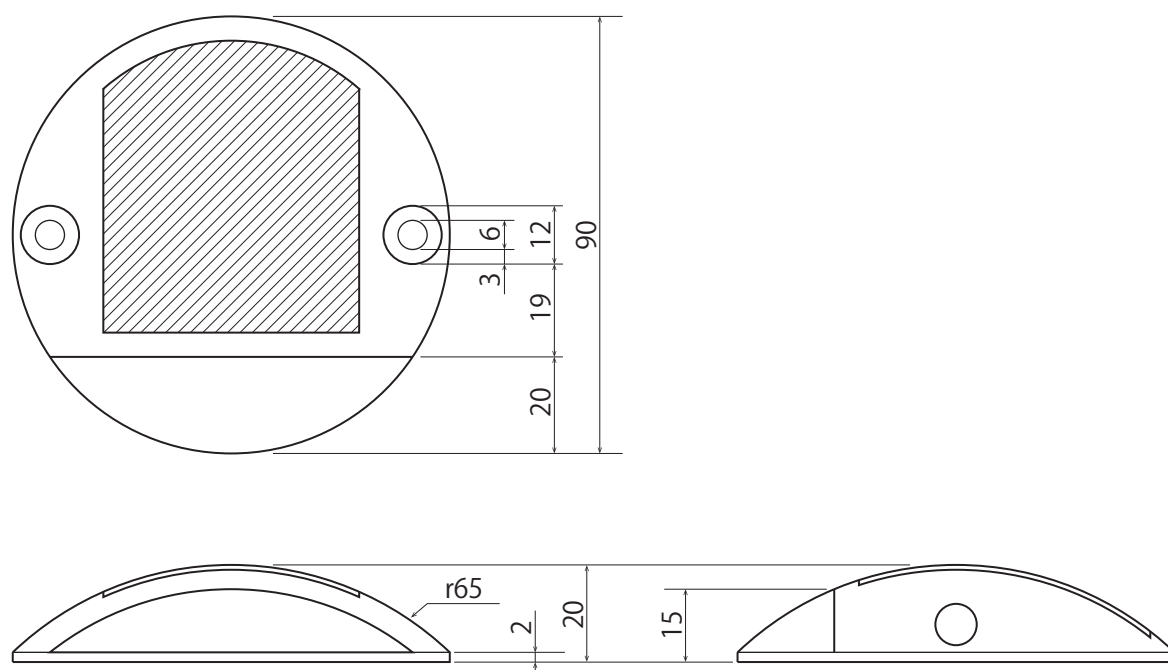


図 5-2 改良型避難誘導サインユニットモデル図面

既存の道路標識との違いについては、表 資料-6(pp.129-131)に示すように、昼夜に問わず使用可能なこと、主に歩行者に向けて使用すること、一般的な道路標識が注意喚起や車線の区別、車歩道の分離のために用いられているが、本研究の道路標識形避難誘導サインは誘導を行うために用いられていることが特徴としてあげられる。

5.2.2. 改良型避難誘導サインユニットの使用方法的検討

改良型避難誘導サインユニットの使用方法的検討は以下のように行った。

(1) 設置箇所の想定

非常時の避難行動指針では「原則徒歩で避難を行う」ことが推奨されている。また、避難誘導の具体的対応策等は、市町村単位により計画策定が行われ、市町村が管轄の道路歩道上へ誘導サイン等の設置と管理が実施されている。そのため試作した避難誘導サインを避難経路で用いるため、歩行者に向けた避難誘導サインを十分に機能させることが必要であることから、歩行による避難を想定し配置箇所を定めた。

具体的なサインユニットの設置箇所は、歩車が分離されてない道路（図 5-3 左）においては、図中緑色指示の様に道路脇路肩部に連続した設置を行う。また、歩者が分離され歩道がある道路（図 5-3 右）では、原則縁石上（歩道と車道の間）に連続して設置する。上記の両者どちらにおいても、設置を行う経路はすでに各市町村などで設定している避難経路に従い行う。

サインユニットの高さ増加に伴い、踏んだ際の転倒やつまずきについて、道路末端への設置や縁石上への設置、サインユニットの形状が角ばっておらず曲面であることなどから、設置箇所を指定し歩行エリアと重複しない様にルールを定めることである程度危険を回避することは可能であると考えている。



図 5-3 サインユニット設置想定箇所

(2) 設置間隔の想定

サインユニットの設置間隔は、これまでの実験からサインユニット間の視認可能な最大距離を 30m 間隔に定めた。さらに、下記の 4 条件を満たし、サインユニットの目視が可能である条件を仮設として以下のとおり定めた。

(a) 直線路では、直線が続く限り 30 m 間隔に設置。

(b) 合流地点・交差点では、交差点手前 10 m , 5 m の位置および交差点内に設置 (図 5-4)。

(c) 曲線路では、進行方向の見通しに対応して配置間隔を短く調整を行う (図 5-5)。

(d) 傾斜路では、傾斜の始め、頂上や中間地点、傾斜終了などの行動の変化が大きく、注視が重用になる箇所に配置 (図 5-6)。

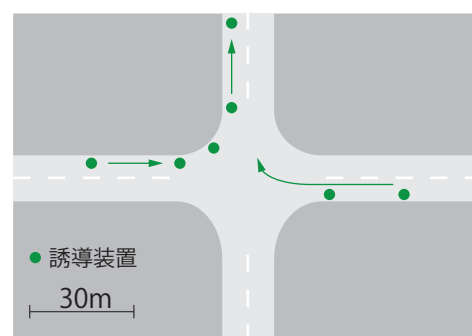


図 5-4 交差点部設置想定箇所

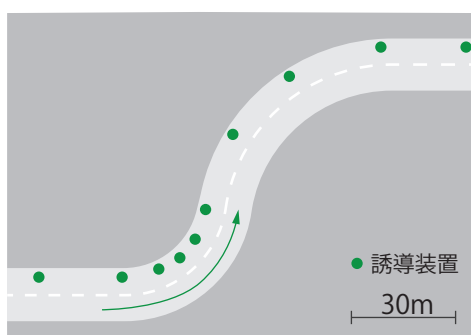


図 5-5 曲線路設置想定箇所

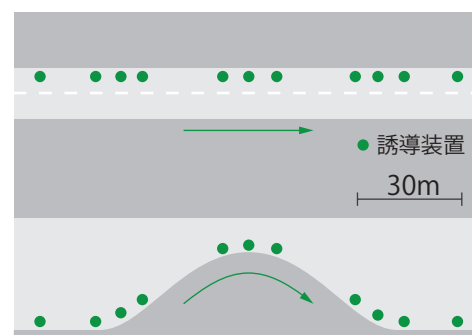


図 5-6 傾斜路設置想定箇所

(3) サインユニットの点灯

サインユニットの点灯は、通常夜間では標準電波 JJY (国立研究開発法人情報通信研究機構) を用いて時間を定めて白色点灯とする。

非常時の点滅は、全国瞬時警報システム²⁾の気象庁からの各種警報・特別警報などの無線信号を受信して避難誘導の間点滅発光を行う。

サインユニット内部にある警報無線信号受信部において受信後点滅発光を開始する。サインユニット相互に無線通信³⁾をとおして複数のサインユニット毎の同期を図り、サインユニット毎の点滅が繋がることで線としての視覚的な認識につなげる。

5.3. 改良型避難誘導サインユニットの検証実験

本実験も第4章の実験同様に、改良を施したサインユニットの機能面、条件についてより明確化し有効な点と課題点を抽出するために実施した実験室段階のものである。

改良した避難誘導サインユニットモデルを用い、実際の避難経路を想定した模擬避難経路を用意し、適切な誘導が行えるかの確認した。

実験は、静岡文化芸術大学の学生を対象に大学のキャンパスと周辺道路を用いて実施した。

5.3.1. 模擬避難経路を用いた実験

(1) 実験場所

- 静岡文化芸術大学実験場所

静岡文化芸術大学校舎および周辺の道路を用いて実験を行った(図5-7)。実験の経路は、校舎南側歩道から校舎内1階屋外通路を使用し平坦な経路を想定した。実験の経路には、直進路および十字路(3箇所)を用意し、設置間隔の条件に従い避難誘導サインユニットのモデルを設置した。実験最終目的地(以下:ゴール)が分かりやすいようにゴール地点には2個のサインユニットを設置した。

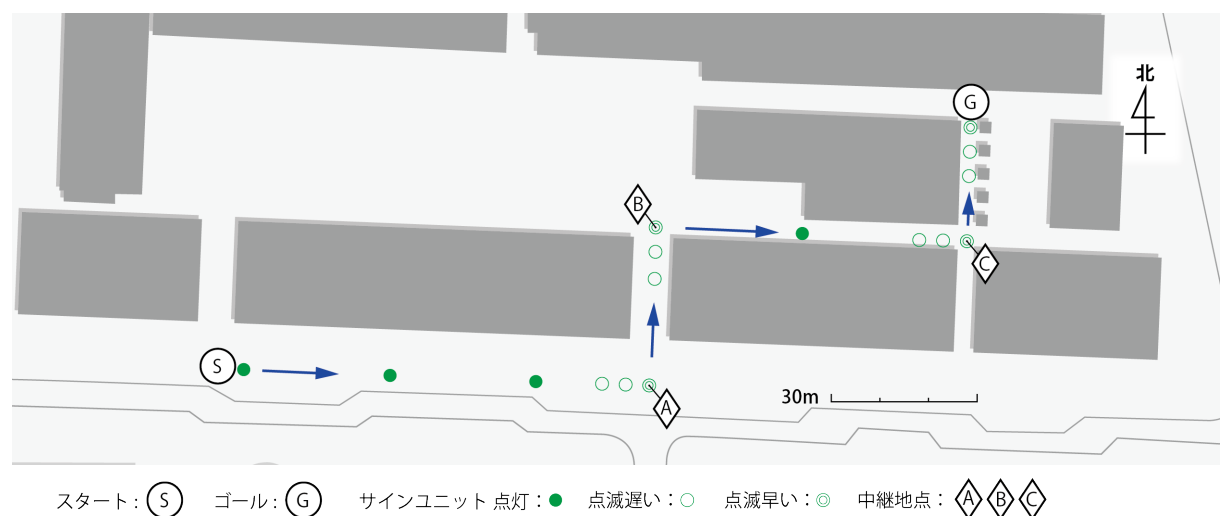


図5-7 避難検証実験場所およびサインユニット設置箇所(高低差無し、1F南側歩道から校舎内通路)

(2) 実験方法

実験は、静岡文化芸術大学の学生を対象に以下の方法にて実施した。避難誘導サインユニットを実験開始前に予め、設置間隔4つの条件を基に設置して実験の経路とした。説明会場(中講義室: C 387 教室)に集合後、アンケート用紙の配布と実験の説明を行い、待機地点(講堂前)に被験者全員で移動する。被験者は、待機地点に向かう際に実験に試用するサインユニットが目視できない経路から進行した。

行動に変化を与える中継地点について、どの中継地点も十字路とし、設定した経路によ

り意図的な誘導が起こらないよう配慮した。

避難誘導サインユニットの発光方法について、直線経路が全点灯、交差点まで10 m・5 mの進路変更直前では、0.8 秒（点灯 50%・点滅 50%）点滅。交差点内は、0.4 秒（点灯 50%・点滅 50%）の点滅とした。発光方法の選択について、サインユニットの試作時に想定した点滅方法を本実験の経路に当てはめて行うこととした。

被験者への説明は、実験に先立ち説明会場（中講義室：C 387 教室）に集合後、アンケート用紙の配布および実験の説明を行い、待機地点（講堂前）に被験者全員で移動する。被験者は、待機地点に向かう際に実験に使用するサインユニットが目視できない経路で進行した。

実験の開始は、待機地点から開始地点（以下：スタート）へ移動後、実験経路へ1人ずつ入り、先行している被験者が目視できない時点で次の被験者へ進行可の合図を出すことにより開始した。実験経路内に被験者を1名とする理由は、1人ずつ行うことにより個人の判断を優先するためである。

回答項目は、以下の5つである。

- ・避難誘導サインの視認性
- ・避難経路としての誘導性
- ・設置間隔が適切か
- ・従来の誘導サインと比較して分かりやすいか
- ・避難行動中、考えた点や疑問点の自由記述

実験の評価について、7段階評価で行った。アンケート用紙への記入はゴールまで到達後実験経路外をとおり、スタート地点へ戻った後隣接する建物内で記入してもらう。また、実験監督者3名のうち2名が被験者の行動を観察し、アンケートの回答内容と共に分析を行う。

従来の避難誘導サインとの比較については、被験者が大学生であることから大学構内、大学へ通う通学路、駅などに設置されている避難誘導サインを従来のサインとして説明を行い、比較の目安とした。

アンケート調査用紙は、資料-10を参照のこと。

(3) 実験結果 (2017 年 2 月)

(対象人数：15 人 年齢：20 歳代 性別：男 7 人，女 8 人)

時刻：13 時半～15 時 天候：晴れ

実験の観察では、以下の結果が得られた。

①スタート地点から直線の誘導路（100 m）は、サインが連続して視認可能なことから全ての被験者が誘導サインに従い進行した。中継地点 A では、進路上の進行方向および右側にサインが確認できないため次の左側のサインを確認することにより被験者は左へ進行することが可能である。中継地点 B では、左右を見渡し確認することにより右側に続くサインを確認し右へ進行することが可能である。中継地点 C では、進行方向および右側にサインが確認できないため、左側に続くサインを確認することにより被験者は左へ進行することが可能である。

②実験中において、15 人の被験者中、1 名が中継地点 A の誘導箇所を見失い実験経路を外れた。さらに、1 名が中継地点 B から誘導箇所を見失い実験経路から外れた。

アンケートの回答からは、以下の結果が得られた。

誘導サインユニット自体の視認性（表 5-1）は、早い点滅が 86.6%と最も高く、次に遅い点滅が 60%、点灯が 53.3%の順である。また、直射日光が当たる場所では、視認性が低下している。

表 5-1 サインユニットの視認性評価（%）

	非常に-やや 見える	どちらでもない	やや-非常に 見えない
点灯	53.3	26.7	20.0
遅い点滅	60.0	26.7	13.3
早い点滅	86.6	6.7	6.7

③避難経路としての誘導性は、表 5-2 に示す評価よりおおよそ認識出来ていることがわかる。正しい経路をたどりゴールまで到達した被験者は 13/15 人（86.6%）で、2 名の被験者が、誘導経路から誘導サインを見失い経路から外れた。中継地点 A で経路から外れた 1 名は、誤った進行先の分岐地点で正しいサインユニット（中継地点 C）を発見し、実験経路へ復帰後ゴールしている。中継地点 B で経路から外れた被験者は、実験終了後に口頭により状況確認を行った。被験者からは、「実験経路途中まではサインユニットを辿り進行したが、中継地点 B に到達した段階で、最終的に戻る手筈だったスタート地点への最短経路を独自に選択し進行した」と回答を得た。

表 5-2 避難経路としての誘導性評価（%）

	非常に-やや 見える	どちらでもない	やや-非常に 見えない
点灯	33.3	40.0	26.7
遅い点滅	46.7	13.3	40.0
早い点滅	66.7	13.3	20.0

④設置間隔の計画について（表 5-3）は、「やや遠い」から「遠い」が 86.6%を占める結果となった。

表 5-3 サインユニットの設置間隔評価（%）

	非常に-やや 近い	どちらでもない	やや-非常に 遠い
設置間隔	6.7	6.7	86.6

⑤従来の避難誘導サインとの比較（表 5-4）では、「やや分からない」から「分からない」が 50%をしめている。

表 5-4 従来の避難誘導サインとの比較（%）

	非常に-やや 分かる	どちらでもない	やや-非常に 分からない
従来サインとの比較	21.4	28.6	50.0

⑥自由記述からは、下記の項目が得られた。

- ・動くものに目が行くため、点滅のほうが視認しやすい
- ・早い点滅が急かされている印象を受けた
- ・サインユニット自体に進行方向を示すものが無い
（曲がる方向を判断しにくい）
- ・避難誘導看板と一緒にあると良かった
- ・直射日光下で見えなくなるときがある

1 部抜粋

⑦目視による実験の観察では、スタート地点から中継地点 A までは直線であるためサインユニットの視認性が高く誘導に従い進行することができていた。中継地点 A では、歩調はゆっくりとなったが立ち止まることなく左側のサインユニットを確認し進行していた。中継地点 A から B の間は、距離が近いことから問題なく進行している。中継地点 B では、歩調変化は無く次のサインユニットを確認して引き続き進行していた。中継地点 B から C の間は、校舎により日が遮られているため暗い場所で、それまでの経路よりサインユニットの視認性が良く問題なく進行していた。中継地点 C では、これまで同様左右確認後、問題なく左へ進行していた。中継地点 C からゴールまでは、上記同様問題なく進行していた。

⑧実験の様子 A



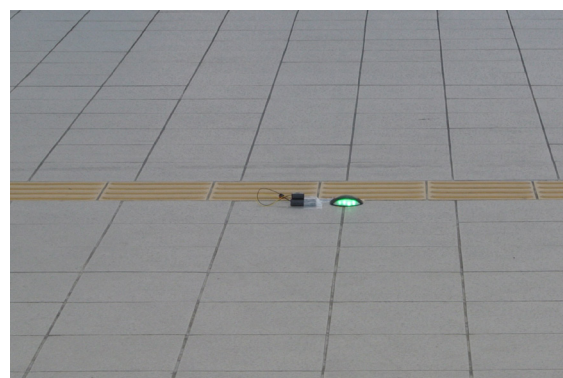
a



b



c



d



e



f

図 5-8 スタート地点待機場所 (a) と実験時使用したサインユニット (b,c,d,e,f)

図 5-8 a スタート地点 (図 5-8 a) で待機し、順番に実験経路へと誘導する。図 5-8 b から f はサインユニットモデル設置の様子である。なお本モデルは、ソーラーユニットを搭載していない物になるため、外部バッテリーから電力供給を行い実験中駆動させている。

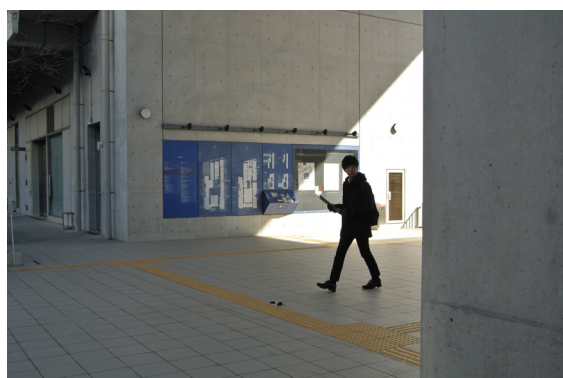
⑧実験の様子B



a



b



c



d



e



f

図 5-9 a,b,c,d,e,f 実験中の被験者の様子

図 5-9 a,b はスタート地点から図 5-7 中継地点 A を進行している様子で、日差しが強くサインユニットの視認がしにくい区間となった。図 5-9 c,d は図 5-7 中継地点 B の様子で、進行先の図 5-9 e,f のサインユニットが日陰の中にあるため視認しやすく足取りが遅くなること無く方向転換を行っている。

5.3.1. 模擬避難経路を用いた検証実験結果の考察

(1) 避難誘導サインユニットの視認性について

避難誘導サインユニットの視認性は、表 5-1 のとおり、視認性が認められた順に早い点滅、遅い点滅、点灯の結果となった。また、改良前の実験において「早い点滅は切迫感を感じて行動へ繋がる」と回答があったが、今回の自由記述においても「早い点滅が急がされている印象を受けた。」「早い点滅の地点で方向転換を行う必要があると認識した。」の記述から早い点滅の印象は、避難行動において有効性があると考ええる。また、「動くものに目が行くため、点滅のほうが視認しやすい。」の記述から、サイン光源の点滅については、2 種類の中で点滅速度が早い方の視認性が良いため、進路が変わる箇所に早い点滅を用い、誘導状況に合わせ遅い点滅 0.8 秒と点灯を組み合わせて用いることにより視認性を高めることが可能であると考ええる。

(2) 避難経路としての視認性について

点灯では「どちらでもない」が、40%となり視認性として曖昧な状況である。遅い点滅では「やや見える」から「少し見える」が 46.7%と約半数の被験者が視認している。早い点滅では「やや見える」から「見える」が、66.7%の結果であり、避難経路として視認させるためには早い点滅を優先的に用いることで、避難経路を明確に示すことが可能と考ええる。

また、サインユニットを見失い経路から外れた被験者の内 1 名が、誤った進行先からサインユニットを発見し正しい経路へと復帰していることから、避難誘導サインが連続的に設置されていることにより、誤った経路から正しい経路へと復帰する可能性が高くなると考えられる。経路へ復帰しなかった被験者については、実験終了後の口頭による確認から、思い込みにより独自に経路を設定し進行している場合には、避難誘導サインに従わない可能性があらためて明らかとなった。

(3) 設置間隔について

実験経路のサインユニットの設置間隔は、これまでの我々の先行実験の結果からサイン間の距離を最大 30m 間隔と定め、十字路（交差点）手前 10 m、5 m の距離に設置し実験経路を設けた。実験の結果では、「やや遠い」から「遠い」が 86.6%であることから、本実験に用いた経路においては、距離を短くする必要性が示唆された。実際のサイン設置では視認性の条件から間隔 30m を上限とし、周辺地域の地形や建物などの状況に合わせてサイン設置間隔を調整することが重要である。自由記述にある「避難誘導看板と一緒にあると良かった」からも同様に歩道面に建物の通路・壁面等複雑な要素が組み合わされる場合では設置環境を踏まえた設置間隔が求められる。

(4) 従来の誘導サインと比較して分かりやすいか

従来の避難誘導サインとの比較では、「分からない」から「やや分からない」が50%となった結果から、半数の被験者が誘導経路において迷いを生じていることが判明した。従来の避難誘導サインに見られる、地図表示や矢印などのピクトグラムを用いた選択肢のある「分岐」情報を本サインユニットでは提供できないため、サインユニット単体を目視した際に方向が不明瞭であると考えられる。この点については、本提案のサインユニットと文字やピクトグラムを用いた誘導サインの組み合わせが求められると言える。

自由記述にある「避難誘導看板と一緒にあると良かった。」の内容にもあるが、実際の避難路では従来の避難誘導サインとサインの間を、本サインユニットの連続して設置することにより、経路から外れることなく避難行動を取ることが可能となり、それぞれが抱える問題を解決できると考える。

以上から、従来の避難誘導サインおよび本提案の避難誘導サインのみでは、方向を見失う場合も想定され、十分な誘導が可能であるとは言い難い。そのため、多様な状況において設置可能な本サインユニットとすでに設置されている、もしくは今後設置される従来式のサインと組合せ使用することが望ましいと考える。

(5) 自由記述から

自由記述では、「避難誘導看板と一緒にあると良かった。」など、提案のサインユニットのみを用いた誘導実験では誘導情報が不足していることがあらためて明らかとなった。先にも述べたとおり従来の避難誘導サインとの併用が重要となる。

「サインユニットに進行方向が無い」との記述は、サインユニット自体に進行方向を持たせていないことから、サインユニット単体を直上から覗くと進行方向の向きが分からなくなることを示す。この点については、サインユニットの設置間隔をより連続的に進行方向を視認できるよう設置間隔の調整を図ることや、設置される文字やピクトグラムを用いた避難誘導サインとの併用で解決が図られると考える。しかし、サインユニット単体のみの視認では、問題が生じていることから発行部の形状に方向性を示す矢印や三角型や矢印型の形状を用いることも課題となる。

「直射日光下で見えなくなるときがある。」の記述では、直射日光下において点灯の状態では視認性低下が発生することが多いことを示す。これまで点灯、点滅等発光の違いにより誘導実験を実施してきたが、点滅の状態において視認性が高まり有効性が図られるため、点灯を廃止した点滅のみの実験と検証も必要と考える。しかし、全てが同じ点滅速度では、交差点や分岐点など進路変更の際、誘導性が曖昧となり見逃す原因となることが想定される。これらのことを踏まえ点滅速度の調整および点滅方法の種類などの検討を図り、より有効的な避難誘導の検討を行うことが求められる。

5.4. 改良型避難誘導サインユニットの製作と実験の考察

改良型の避難誘導サインユニットは、改良に向け抽出されたデザイン条件を満たすためにユニット高さを 20mm として形状を小型化し、路面への施工性向上の変更を行った。また、発光色の単色化、発光量増加およびレンズ部の拡大による視認性向上を行うことで、改良に向けた課題点を解消した。

検証実験の考察から、提案の避難誘導サインユニットは、避難誘導情報を LED 光源を用いて発光（点灯・点滅）して示すことにより視認性が高まることが認められた。点滅の視認性は、点滅速度が早い点滅および遅い点滅を検証した結果、早い点滅の視認性が高い結果となった。このことから、避難誘導情報として避難すべき先の方向にある LED の点滅速度を速めて、視認性を高めることが考えられ、また、分岐点手前 10 m から 5 m に設置するサインでは、進行方向先に交差点や分岐点の存在を示す情報として遅い点滅を用いることにより点滅速度の違いを利用し効果的な誘導が図られると考える。

サインユニットは、避難誘導情報に LED 光源を用い避難経路として示すことから最大 30 m 間隔の連続した設置となる。サインユニットの連続設置は、点滅・点灯した複数の並びと連続した光源を視認することにより進行方向を指し示す効果となり、避難経路において、避難者が文字などを必要とせず、避難する方向を理解することが可能となる。しかし、実験結果の「従来の避難誘導サインとの比較結果」回答では、被験者の半数が誘導経路において迷いを生じていることが判明し、自由記述の「避難誘導看板と一緒にあると良かった。」からも避難誘導サインとして情報が不足していることが言える。これらの問題に対しては、文字やピクトグラムを用いた従来の避難誘導サインと本提案避難誘導サインユニットの組み合わせにより、避難誘導経路の明確化および避難情報の整理が図られ解決可能と考えられる。

また、光の用い方は、点灯と点滅の変化によって進路変更部に注意を向けることを重視し実験を行ったため、光が進行方向に流れる点滅方法については検討していない。

以上、検証実験から、今後の課題として認性課題（方向性・直射日光下の視認）が得られた。

第5章の引用文献

- 1) 永山雅大 原田一 永山広樹：広域災害における避難誘導サインユニットの製作，日本デザイン学会誌 デザイン学研究，2018 掲載予定
- 2) 全国瞬時警報システム（Jアラート）総務省消防庁：
緊急地震速報等の自然災害情報や、弾道ミサイル情報等の国民保護情報といった対処に時間的余裕のない事態に関する緊急情報を、消防庁から人工衛星及び地上回線を用いて送信し、市区町村の同報系防災行政無線等を自動的に起動させることにより、住民に瞬時に伝達するシステム。
- 3) 楠本雄裕，桜井徹：920 MHz 帯無線モジュールを利用した LED 同期点滅システムについて，鳥取県産業技術センター研究報告 No.18 (2015)，pp.13-16，2015

第 6 章

実用化に向けた構想

6.1. はじめに

6.2. 実験から得られた課題と対応策

6.3. 実用化に向けた提案

6.3.1. 道路鋳型避難誘導サインユニット生産モデル仕様

6.3.2. 誘導サイン敷設構想図

6.4. 実用化に向けた課題

第 6 章の引用文献

第6章 実用化に向けた構想

6.1. はじめに

第5章で明らかとなった課題点の整理と対応策の構想を行った上で、道路鋸型サインユニットの実用化に向けた提案を行う。

実用化に向けては、1つ辺りの製作コストの問題があり、ユニットに求める耐久性や寿命、素材等によって変わるため、必要とする状況を検討しながら製品へと繋げる必要があると考える。また、使用方法（設置方法）について、地方自治体もしくは町内会、各家庭単位等状況によって使用することができるが、恒久的に使用するのか単発的（使い捨て）に使用するのか、この点についても上記のコストとの兼ね合いと合わせて検討する余地がある。

6.2. 実験から得られた課題と対応策

第5章、改良型の避難誘導サインユニットアイデアモデルを用いた実験から得られた課題は、視認性への課題（方向性・直射日光下視認）が挙げられる。

視認性の中の方向性の課題は、サインユニット単体を上方などから視認した際、進行方向を示す指向性がないことである。この課題への対応は、サインユニットの連続設置、1カ所への設置個数を増加するなどの検討が今後の課題として挙げられる。

直射日光下の視認性は、昼間の直射日光下における視認性低下である。直射日光下の視認性低下は、点灯状態で生じることが多い。実験では、点灯・点滅など発光の違いにより視認性を求めていたが、点滅状態の視認性が高く有効性が図られるため、点灯を廃止した点滅のみの実験と検証も必要と考える。しかし、全てを同じ点滅速度にすると、交差点や分岐点など進路変更の際、印象が薄くなり見逃す原因となることが想定される。これらのことを踏まえ点滅速度の調整および点滅方法の種類などの検討を図り、より有効的な避難誘導の検討が必要である。

また、本研究における実験は、発光を用いた誘導を行う上で、夜間よりも昼間の視認性が低下する傾向があるため、主に昼間の視認性確保に重点を置いてきた。今後の検討事項としては、朝、夕、夜間という状況下に置いても検証実験が必要である。

6.3. 実用化に向けた提案

6.3.1. 道路鋏型避難誘導サインユニット生産モデル仕様

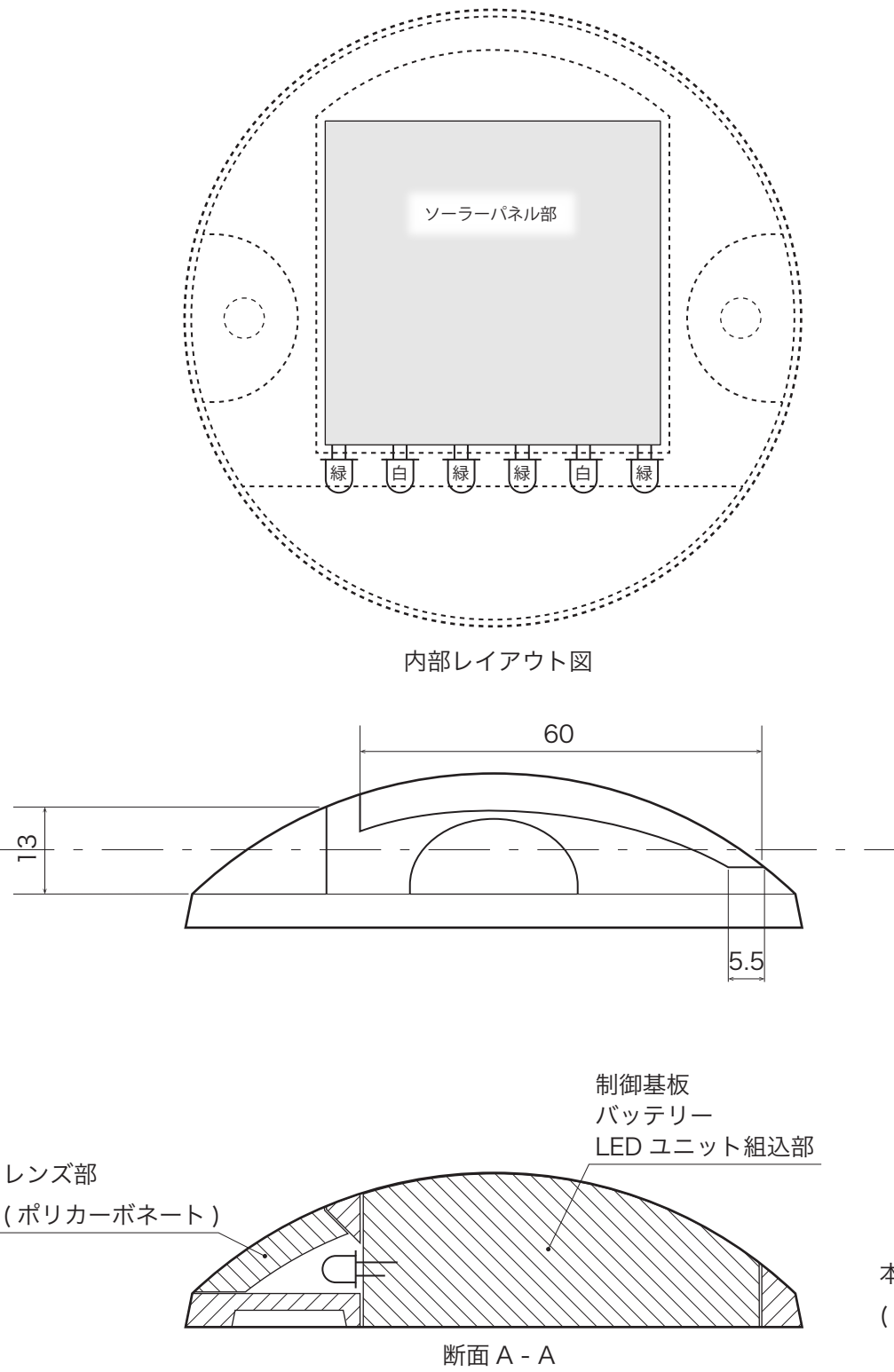
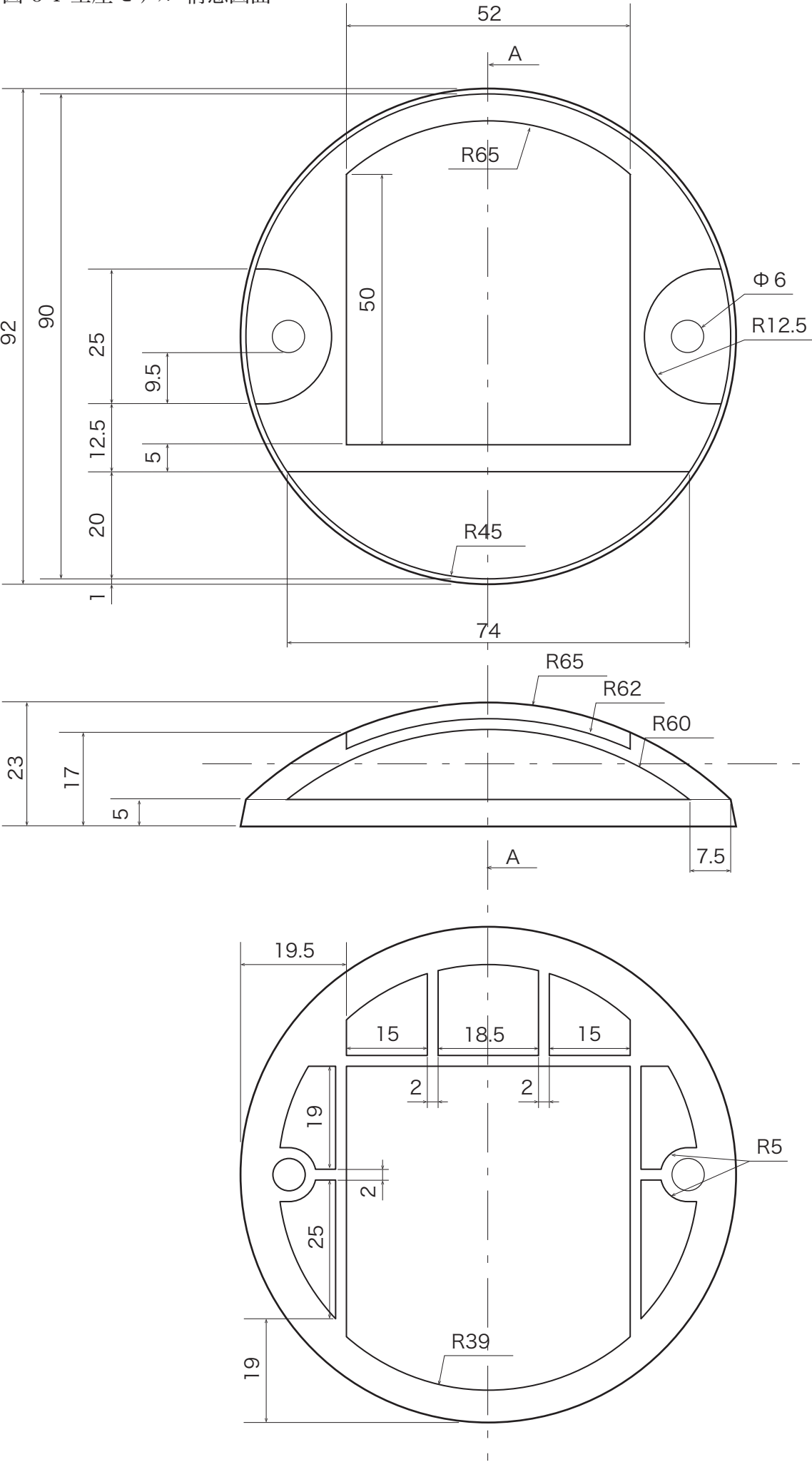
実用化に向けた要求スペックを下記に示す。

- | | |
|--|------------------------------------|
| ・材質 | ・動作 |
| 表面パネル、レンズ：ポリカーボネート樹脂 | 点灯時間：8 時間以上 |
| 本 体：アルミニウム | |
| ・発電、給電方法 | ・発光部 |
| 太陽電池：単結晶シリコン | 発光体：LED |
| 蓄電器：電気二重層コンデンサ | 発光色：白／緑 |
| ・耐久性 | 光 度：白 5000mcd 以上／
緑 30000mcd 以上 |
| 保護レベル：IP65 に準拠 | |
| ・使用環境 | 数 量：白 2 灯／緑 4 灯 |
| 水 没：常時水没無し | |
| 動作温度：-25 ～+ 70 度 摂氏 | |
| ・施工技術他考慮 | |
| 取り付け方法：接着（2 液性ウレタン系接着剤） | |
| ボルト止め（コンクリートまたはアスファルト用ネジアンカー） | |
| ※上記の片方もしくは両方を使用し、路面、縁石部等に施工 | |
| 発光開始：避難開始情報（J-ALERT）受信による発光の開始 | |
| 発光同調：端末間相互リンク方式か電波時計の信号受信による複数個の点滅同調の、どちらかを利用し、ユニット間の点滅同調を図る | |

設計した道路鋏型サインユニットに使用する各部品の参考として、外寸で 135×100×9mm 製品（株式会社クリーンベンチャー 21, CVRS-AF、p.130 表 資料 -6 参照）があり太陽電池および蓄電器部分はそれ以下の寸法となるため、本研究のサインユニットに太陽電池および蓄電器を搭載する事は可能であると考えている。また、発光同調に用いる装置は、既成の小型無線モジュールが RM-92A¹⁾:32×24×6.3mm, BTS03²⁾:4.7×4.7×2.5mm と、本提案の形状に十分搭載可能なサイズであると共に、すでに標準電波を用いた点滅の同調を行っている道路鋏（1 例：日本ライナー株式会社のシンクロマーカー，102×82×21mm、p.130 表 資料 -6 参照）を参考とする。

提案する生産モデルの構想図面を図 6-1 に示す。

図 6-1 生産モデル 構想図面



TITLE: 道路鋏型避難誘導サインユニット 生産構想図
DWG NO. BM - 003 - 01-01
DWG SCALE. 1/1
DRWN. 永山 雅大

6.3.2. 誘導サイン敷設配置図

第2章の調査地域の中から、多くの津波避難施設設置が行われている浜松市を対象に、サインユニットの敷設提案を行う。例として、(1) 浜松漁港周辺、(2) 天竜川沿い、(3) 遠州灘海浜公園周辺の敷設構想図（図6-1,6-2,6-3）を示す。それぞれの地域を選んだ理由は、第2章 南海トラフ地震対象地域の調査を行った中で、住宅が密集している地域(1)、河川沿いで農業が行われており住宅が少ない地域(2)、住宅地に隣接し、公園や中田島砂丘など観光地があることで外来者が訪れる地域(3)として選択した。

本提案の避難誘導サインユニットを設置する箇所は、設置間隔が離れているサインとサイン間の避難路上路面へ、サイン設置の条件に従い本提案サインユニットの連続した設置を行うことにより、避難施設に向けて集合する形とし、地形や周辺の建物の状況にも影響は受けるが、海や河川から離れる形で避難を行うことを想定している。

敷設配置の避難行動距離および時間は、対象にした地域（静岡県浜松市沿岸）の条件を整理し、移動距離：最大500m、避難時間：15分となる。これは、“浜松市津波避難計画”³⁾に記述がある津波の到達予想と、清野氏らによる“個別要素法を用いた被災時の避難行動シミュレーション”⁴⁾、消防庁“津波避難対策推進マニュアル検討会報告書”⁵⁾から避難時の歩行速度を、緊急時1.84m/secとした。また、階段での歩行速度は、建築防災計画指針で水平方向の歩行速度の1/2としていることから、本研究でもこの値を用いる。

表6-1に、津波浸水想定区域外や津波緊急避難場所への津波避難に関する諸条件を示す。

表6-1 津波避難に対する諸条件（対象：静岡県浜松市沿岸）

項目	条件	根拠等
津波到達時間	遠州灘沿岸部:約20分	砂丘を越えて内陸に浸水する時間
避難開始時間	約5分	揺れている時間
歩行速度	1.0m/s	津波避難計画策定指針 H25.3消防庁
避難先までの道のり	最大500m	※1津波避難計画策定指針 H25.3消防庁
施設の収容能力	1人当たり1m ²	津波避難計画策定指針 H25.3消防庁

(1) 浜松漁港周辺への敷設配置図（図 6-2）

対象エリアは、第2章南海トラフ地震対象地域の調査内、静岡県浜松市沿岸および住宅地調査（p.23 図 2-20）にあたる。

住宅地となり、周辺に高い建物は少ない。津波避難タワーや小学校校舎等が避難先となる。

漁港周辺に設置されている津波避難タワーの情報は、避難面積 105㎡、避難人数 105 人（1 人/㎡）、マウンドの高さが地上 10.5m（海拔 12.3m）となっている。また、舞阪小学校の校舎も津波避難施設となっている。

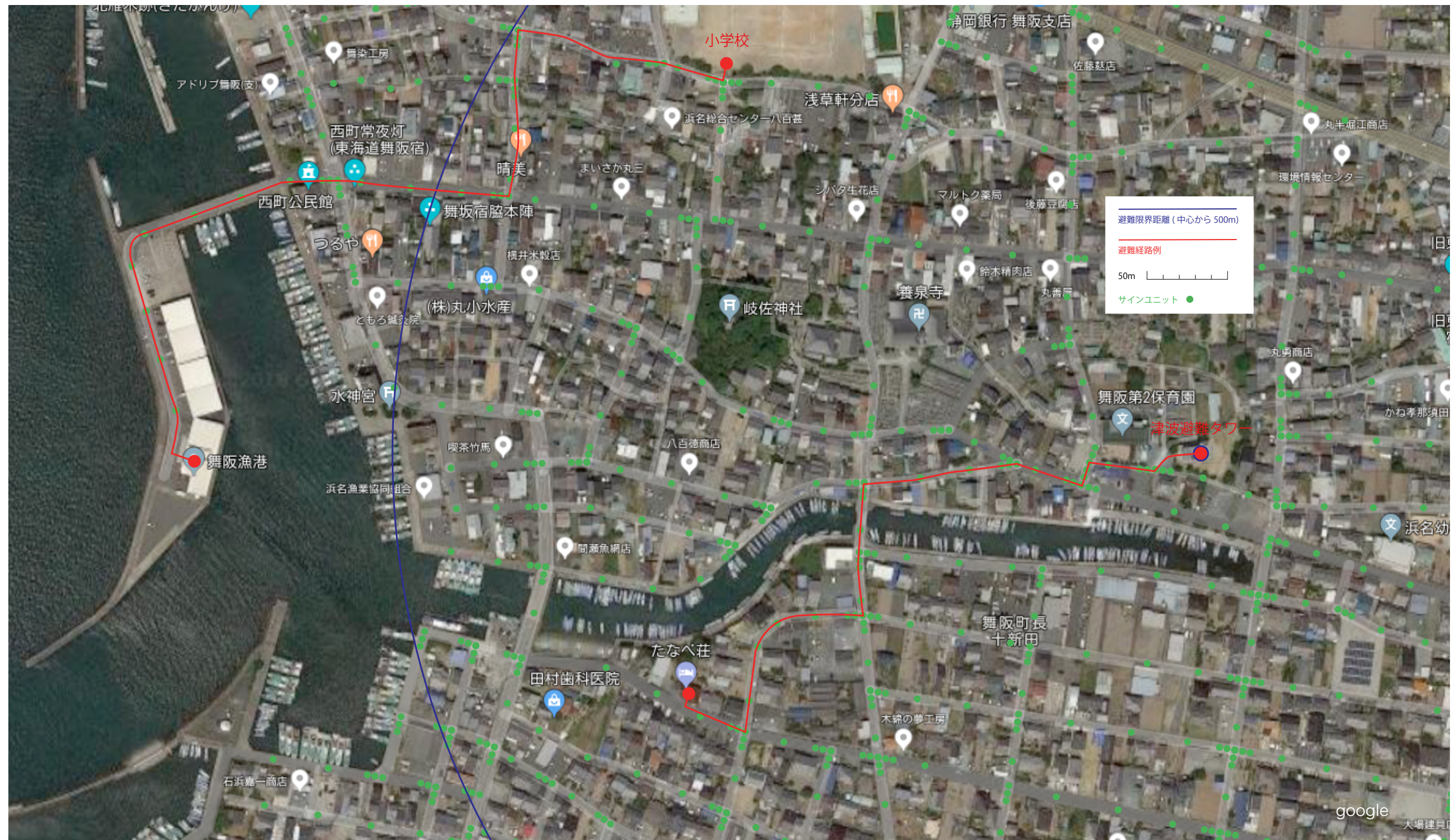


図 6-2 避難誘導サインユニット配置図（浜松漁港周辺津波避難タワーおよび周辺住宅を対象として）

(2) 天竜川沿い津波避難タワー周辺への敷設配置図（図 6-3）

対象エリアは、第2章南海トラフ地震対象地域の調査内、静岡県浜松市天竜川沿い調査（p.24 図 2-22）にあたる。

田畑が多い地域となり、住宅は少ない。避難を行える高い建物は無く、津波避難タワーが避難先となる。

天竜川沿いに設置されている津波避難タワーの情報は、避難面積 150㎡、避難人数 150 人（1 人/㎡）、マウンドの高さが地上 7.0m（海拔 9.9m）となっている。



図 6-3 避難誘導サインユニット配置図（天竜川沿い津波避難タワーおよび周辺住宅を対象として）

(3) 遠州灘海浜公園津波避難マウンド周辺への敷設配置図（図 6-4）

対象エリアは、第2章南海トラフ地震対象地域の調査内、静岡県浜松、磐田、袋井市津波避難マウンド調査(p.24 図 2-23)にあたる。

住宅地にがあり、海浜公園と中田島砂丘に外来者が訪れる地域となる。マンションの屋上や津波避難マウンドが避難場所となる。

遠州灘海浜公園に設置されている津波避難マウンドの情報は、避難面積 1,000㎡、避難人数 1,000 人（1 人/㎡）、マウンドの高さが地上 10.5m（海拔 13.2m）となっている。

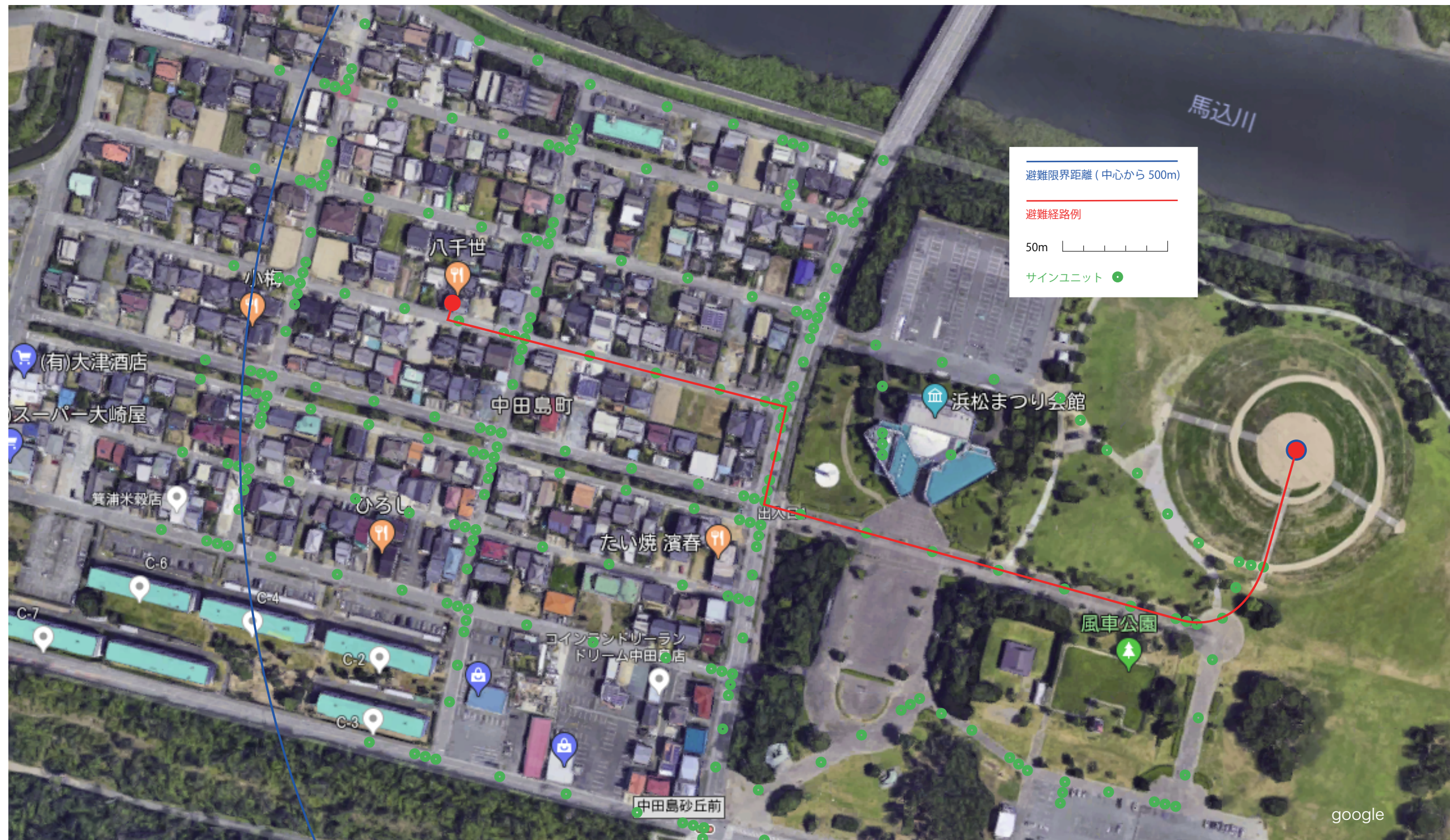


図 6-4 避難誘導サインユニット配置図（遠州灘海浜公園津波避難マウンドおよび周辺住宅を対象として）

6.3.3. 広域災害以外における使用提案

本研究の避難誘導サインをより実用化するための検討課題および、人を誘導する視点から新たな使用方法について示す。

本研究の避難誘導サインユニットは、光の点灯と点滅を要素に用い、設置場所を自然と視線が行く位置に捉え、広域災害を想定し、災害発生時に円滑な避難を行う事を目的に研究を行ってきた。広域災害に対する避難誘導以外の使用方法についても可能性があげられる。使用例は次のとおりである。

① 施設内の避難誘導

百貨店、駅、病院などと言った人が集まる場では、進行方向へのルート確保にピクトグラム等を用いている。直感的に経路が分かる本研究のサインを組み合わせることでより明確な誘導経路となる。用いる際には、サインに合わせた色、点滅方法、屋内に合わせた光量の調整が必要となる。

② 観覧施設内における避難順路の固定

美術館や博物館内部の動線、特に毎回会場の形状が変化する特別展と言った状況には、自由な動線の確保を期待出来る。一方で、照度を落とした展示が多く見られるため、展示室内に合った、必要光量を検討する必要がある。

③ イベント等での避難誘導

屋外、野外にかかわらず企画されるイベント等は、歩行者のルート確保が求められる。特に夜間は表示サインを見落とす状況が多いため、本研究のサインが活用できると考える。

以上の状況において、人を誘導する事に対して検討された内容のため対応可能であると考えられる。また、道路標を参考に検討された本研究のサインユニットは、どの様な道に対しても比較的容易に設置可能な形状なため、必要な箇所に柔軟に対応ができると思われる。しかし、発光色・点滅間隔については緊急時を想定し、昼間においても十分に視認可能なことを条件に製作しているため、通常時の使用については適切な光量および点滅間隔を再考する必要がある。

6.4. 実用化に向けた課題

実用化に向けた課題として、以下の課題が挙げられる。

(1) 性能への課題は、水没、積雪、草や土埃による侵食などへの対応である。浸水を伴う災害時において、一般的な道路標識と同様に雨天時等に破損しないことを条件としているが、津波などの洪水については、津波到達前に避難誘導を円滑に行うことを念頭においているため、避難時においては大きな問題とはならないと考えている。しかし、雪時・枯れ葉等で隠れてしまうと言った点もあげられるため、例えば降雪地帯では、路面と合わせ道路境界標識の支柱などへの設置など、地域に合わせ目線より下方設置を条件に調整を図る必要がある。

また、路肩設置など周辺の草木や土埃などサインユニットを隠してしまう可能性がある状況について、設置位置や普段の管理状況も含めた検討が必要である。

(2) 併用への課題は、従来のサインと本研究のサインユニットとの併用の検証である。第5章の実験では、本提案のサインユニット単体で誘導を行なったため、サインユニットのより有効的な設置を行うために、従来の避難誘導サインと併用して誘導を行った実験を行う必要がある。

(3) 凸形状による高さの課題は、足を乗せた際の転倒やつまずきである。発光部の形状が照射方向の反対側に光が行かない形状で遠くから確認するために路面上へ出ていること、また、より安易な設置方法として、埋設式を止め路面上へ貼り付ける形状としたため、凸部分が当初より高くなることがあげられる。縁石上へ設置した際には、「足を載せる」や「つまずく」と言った状況へ陥りにくいと考えるが、路側帯（道路の端）へ設置した際には歩面と同様の高さとなるため、道路末端への設置や壁、電信柱といった設備への取り付けも検討する必要があると考える。

(4) 耐久性の課題は、後述の費用と関連してくるが、6.3.1. 道路標識型避難誘導サインユニット生産モデル仕様で述べた、保護レベル：IP65 に準拠することで、すでに車（車道）用に作られている物と同等の耐久性となり、形状によって差はあるが5年から10年の使用期間となる。

(5) 製作費用の課題については、上記の耐久性をどの程度満たすか、合わせて恒久的に使用する場合と単発的に使用する場合とで大きく異なる。本研究においては恒久的に使用することを前提としているため、通常の道路鋲の価格帯 1 個あたり 8,000 円から 20,000 円（形状、機能によって差があり）となるが、単発的な使用を主とすると耐久性（保護レベル）の低下と共に 2,000 円から 10,000 円程の価格帯となる。避難経路上に多く使用する方法をとるため、条件を整理し、費用の検討を行う必要があると考える。

(6) 保守管理の課題は、設置を行った者が管理を行うことが想定される。動作の確認については、定期的に行われる避難訓練時に使用することで、周辺住民への認知度向上と動作確認を行うことが出来ると考える。使用の条件や設置を行う者が誰かといった状況を加味した上で管理体制についても検討を行う必要がある。

第6章の引用文献

- 1) 株式会社アールエフリンク：RM-92A
- 2) SMK 株式会社：BTS03
- 3) 浜松市：津波避難基本計画，p.6，2015
- 4) 清野純史，三浦房紀，八木宏晃：個別要素法を用いた被災時の避難行動シミュレーション，土木工学会論文集 No.591/ I -43，pp.365-378，1998
- 5) 消防庁：津波避難対策推進マニュアル検討会，2013

第7章

結論

7.1. 結論

引用文献および参考文献

謝辞

学会投稿論文および学会発表リスト

第7章 結論

7.1. 結論

東日本大震災で発生した津波を経験し、広域災害発生時に円滑な避難行動が求められる中、避難誘導サインの現状が不十分な点に着目した。

本論文では、宮城県を中心とした東日本大震災被災地の調査、被災者へのアンケート調査から必要条件を抽出、また期間をおいたアンケートの追加調査および南海トラフ地震対象地域の調査からデザイン条件を整理し、避難誘導サインユニットを製作、実験と検証からサインユニットの試作改良を行い、さらに実験を行うことにより検証を行った。そこから得られた課題点等を整理し、生産モデルの提案を行った。

以下、本論文の各章で得られた内容を要約し、結論とする。

第2章「調査分析」では、東日本大震災被災地域の調査、東日本大震災被災者への避難に関するアンケート・シナリオ調査、宮城県を対象とした津波対応避難誘導サイン設置基準調査を行い、東日本大震災によって明確となる避難誘導に対する要素を考察した。また追加調査として、アンケート追加調査、東日本大震災以外の調査として南海トラフ地震対象地域の調査を行い、現段階における地震・津波に対する考え方と備えの状況から、避難誘導サインに求められる要素を考察した。さらに、アンケート調査結果の「低い」と言う項目に対し検証を行うため、特性抽出実験を行い、実験結果より視線位置の大部分が、目線より下方を見て進行している事が明らかとなった。以上の調査結果および特性抽出実験結果から避難誘導サインに求められる条件をより明確化した。

第3章「広域災害用避難誘導サインのデザイン条件」では、調査結果から得られた項目をもとに、広域災害用避難誘導サインのデザイン条件を定めた。明確となったデザイン条件は、「各地域の実情に合わせた避難誘導の経路および方法が可能」「周辺既存設備を活用する」「サイン自体の視認性が高い」「居住者のみならず、外来者が理解し避難が可能」「従来のサイン情報と連携し、適切に避難情報を増やす」「直感的かつ簡単なサイン」「遠くから視認でき、サインの位置が低い」「深夜（夜間）において視認性を確保する」「避難開始から終了まで継続している」「全国瞬時警報システム (J-ALERT) など避難情報との連携連動」である。

第4章「避難誘導サインユニットの試作と実験」では、避難誘導サインユニットの試作と実験を行うため、第3章から得られた条件をもとに、路面上設置を行う避難誘導サインユニットモデルを設計、試作し、それを用いた実験を行うことで、有効性の検証を行い、より実用的なユニットとするための改良点の抽出を行った。

避難誘導サインユニットの形状と使用方法の検討を行うためモデルを作製し実験を行った。その結果、昼間時における視認性・設置条件、サイン点滅速度の違いによる緊急性の印象、点灯点滅の使用色、サイン設置位置（高さ）などの条件が抽出された。改良に向けての条件は、「発光量増加による視認性の向上」「レンズ部分の拡大による視認性の向上」「本体形状の小型化」「設置方法の変更」「路面に設置する形状」「発光色の単色化」である。試作モデルを用いた検証実験により明確となった上記条件をもとに避難誘導サインユニットの改良を行った。

第5章「改良型避難誘導サインユニットの製作と実験」では、第4章から得られた改良に関する条件をもとに、改良型避難誘導サインユニットの試作と実験を行った。また、改良型サインユニットを用いた避難誘導実験によって、有効性の検証を行った。

実験は、模擬的に実験様に避難経路を設け行った。実験結果から、提案した避難誘導サインユニットは、LED光源を用いて避難誘導情報を発光（点灯・点滅）で表すことにより視認性が高まることが認められた。点滅の視認性は、点滅速度が早い点滅および遅い点滅を検証した結果、早い点滅の視認性が高い結果となった。避難誘導情報として避難すべき先の方向にあるLEDの点滅速度を速めて、視認性を高めることが考えられた。さらに、分岐点手前10 mから5 mに設置するサインでは、進行方向先に交差点や分岐点の存在を示す情報として遅い点滅を用いることにより点滅速度の違いを利用し効果的な誘導が図られると考えられた。

サインユニットは、避難誘導情報にLED光源を用い避難経路として示すことから連続した設置（ユニット間最大30m）となる。サインユニットの連続設置は、点滅・点灯した複数の並びと連続した光源を視認することにより進行方向を指し示す効果となり、避難者が文字などに頼らない避難経路情報として認識することが可能となる。しかし、実験結果の「従来の避難誘導サインとの比較結果」回答では、被験者の半数が誘導経路において迷いを生じていることが判明した。さらに、「避難誘導看板と一緒にあると良かった。」の自由記述からも避難誘導サインとして情報が不足していることが伺える。これらの問題に対しては、文字やピクトグラムを用いた従来の避難誘導サインに、直感的に理解可能な本提案避難誘導サインを組み合わせることにより、避難誘導経路の明確化および避難情報の整理が図られ解決可能と考えている。

また、検証実験の結果から、課題点もあげられた。課題点は、視認性課題（方向性・直射日光下の視認）である。これらの課題点について、第6章で検討を行うこととした。

第6章「実用化に向けた構想」では、第5章で得られた課題点に対する対応策、実用化に向けた提案を行った。

課題点に対する対応策は、視認性の中の方向性について、サインの連続設置や、1ヶ所への複数個の設置をあげ、直射日光下の視認性については、点灯の場合に低下がおこるため点滅のみの組合せを検討する必要性を述べた。

実用化に向けた提案では、生産モデルの仕様を定め、実用化に向けた要求スペックおよび構想図面を提案した。また、避難誘導サインユニットの敷設構想を静岡県浜松市沿岸の地域を例にとり提案した。その中で避難誘導サインユニットの設置条件として、設置の基準、避難距離および時間を定め、現実的な避難行動エリアを示した。

さらに、実用化に向けた課題として、(1) 性能への課題（水没、積雪など）、(2) 併用への課題、(3) 凸形状による課題 (4) 耐久性の課題 (5) 制作費用の課題 (6) 保守管理の課題についての挙げられる課題点と予測される対応策から、今後の検討課題を考察した。

本研究において、震災を経験した教訓と、調査および実験から導き出された条件により、広域災害時の避難誘導サインに対するデザイン条件を定めた。また、従来の避難誘導方法の再検討を図り、文字やピクトグラムなどを用いた現状の誘導サインと併用して、適切な方向へ誘導可能となる避難誘導サインの提案を試みた。

以上の結果より、広域災害発生時に有効な避難誘導を図る目的とした避難誘導サインユニットは、連続的な発光誘導サインを用いた避難誘導計画への応用に対し、有効性を示すことが出来たと思われる。

引用文献および参考文献

第1章の引用文献

- 1) 警視庁：東日本大震災に伴う警察措置 2 被災地における安全と秩序の確保、復興に向けた取組, p.12, 2016
- 2) 内閣府：平成 23 年版防災白書（「防災に関してとった措置の概況」及び「平成 23 年度の防災に関する計画」）概要, p.3, 2011
- 3) 佐々木美貴, 太田幸夫, 牧谷孝則：避難誘導サイントータルシステム, 日本デザイン学会 デザイン学研究, 2014
- 4) 田口敦子, 佐藤優, 松澤穰, 宮沢功：防災サイン研究 避難場所誘導サインシステムの開発, 多摩美術大学起用 第 13 号, pp.181-217, 1998
- 5) 吉田瑠美, 王月, 今出圭祐, 木谷康二, 藤戸幹雄：外国人の防災意識を高める避難誘導標識の提案, 日本デザイン学会 第 58 回研究発表会, 2011
- 6) 及川康, 片田敏孝, 西沢篤：避難誘導のための標識デザインに関する考察～日米調査に基づく再検証～, 日本災害情報学会誌「災害情報」, No.15-(2), pp.173-185, 2017
- 7) 藤田和秀, 吉村朋矩, 三寺潤, 池田岳史：沿岸地域における避難誘導のあり方に関する基礎的研究 - 福井県高浜町和田地区をケーススタディとして -, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画報告集 No.15, pp.341-344, 2017
- 8) 石巻市：石巻市防災サイン整備施行実験, 2015
- 9) 石巻市：石巻市防災サイン基本計画, 2015
- 10) 小林丈士, 五十嵐美穂子, 宮島良一：自光型避難誘導標識の設計・試作, 東京都立産業技術研究センター研究報告, 第 2 号, 2007
- 11) 上嶋一生, 藤田晃弘, 竹内信義, 村山秀彦, 金坂番里：蓄光式避難誘導標識の視認性に関する研究, 人間工学 第 40 巻 特別号, pp.350-351, 2004
- 12) 菊池諄光, 桜井慎一, 寺内将貴：夜間における効果的な津波避難誘導標識に関する研究, 日本大学理工学部 学術講演会論文集, pp.619-620, 2014
- 13) 岡 正彦, 酒井 宏：ロービジョン者を対象とした自発光型発光体がもたらす夜間の視認効果について, 日本建築学会計画系論文集 第 74 巻 第 642 号, pp.1743-1749, 2009
- 14) 井戸 章博, 岡 正彦, 池田 典弘, 荻野 弘, 北畠 正巳：視認性から見た自発光鋲の歩行環境整備に関する研究, 土木学会, 2011
- 15) 鈴木一史, 田中淳, 泉典宏, 金澤文彦：安全横断支援のための LED 発光式道路鋲による横断歩行者注意喚起システムに関する検証, 土木計画学研究・講演集 45 巻, 2012

- 16) 名古屋大学, KICTEC, 株式会社オリエンタルコンサルタンツ：歩行者の安全な横断を支援する 横断者感知式注意喚起システムの開発、高知県の国道で実導入 - 横断歩行者の事故削減に期待 -, 2014
- 17) 原 雅男：光点減走行式避難誘導システム, 照明学会誌 79 巻 (1995) 9 号 pp. 525-531, 1995

第 2 章の引用文献

- 1) 永山 広樹：名取市公共サイン策定調査, 2007
- 2) 永山 広樹：名取市公共サイン基本計画, 2008
- 3) 永山 広樹：名取市公共サイン実施計画, 2009
- 4) 宮城県名取市：東日本大震災名取市の記録, p.43 p.54, 2014
- 5) 宮城県七ヶ浜町：東日本大震災 七ヶ浜町 震災記録集, 2014
- 6) 株式会社ワークスコーポレーション：プロダクトデザイン 商品開発に関わるすべての人へ, pp.100-101, 2009
- 7) 社団法人 日本道路協会：道路標識設置基準・同解説, 1987
- 8) 宮城県津波対策連絡協議会：宮城県津波対策ガイドライン, 2003
- 9) 宮城県：津波避難のための施設整備指針～避難場所・津波避難ビル等、避難路、避難誘導サインについて～, p.57, 2012
- 10) 宮城県津波対策連絡協議会：宮城県津波対策ガイドライン～沿岸市町における津波避難計画, 地域ごとの津波避難計画の策定に向けて～, 2014
- 11) 国土交通省国土地理院：10 万分の 1 浸水範囲概況図 13, 2011
- 12) 静岡県：静岡県第 4 次地震被害想定調査, 2013
- 13) 静岡県：静岡県第 4 次地震被害想定 (第二次報告) 報告書, 2013
- 14) 静岡県 危機管理部：静岡県地震・津波対策アクションプログラム 2013, 2013
- 15) 中央防災会議：南海トラフ地震防災対策推進基本計画, 2014
- 16) 名古屋市：名古屋市震災避難ガイドライン, 2015
- 17) 日本工業規格 JIS Z 8210(2002)
- 18) 日本工業規格 JIS Z 9103(2005)
- 19) 伊藤 納奈, 福田 忠彦：歩行時の下方視覚情報への依存における加齢効果 眼球運動の時系列的変化, 人間工学 40 巻 (2004) 5 号, pp.239-247, 2004
- 20) 中野泰志他：階段昇降の際に必要な視覚情報 (1) - 利用者はどの位置で何を見ているか -, 日心第 71 回大会 (2007), 2007

- 21) 小池洋平, 浜岡秀勝, 清水浩志郎 : 子供の視点を考慮した安全な歩行者空間に関する研究, 土木計画学研究・講演集, p.27, 2003

第3章の引用文献

- 1) 永山雅大 原田一 永山広樹 : 広域災害における避難誘導の実態調査ー東日本大震災および発生が予測される南海トラフ地震を対象として, 日本デザイン学会誌 デザイン学研究, 2018 掲載予定

第4章の引用文献

- 1) 永山雅大 原田一 永山広樹 : 広域災害における避難誘導サインユニットの製作, 日本デザイン学会誌 デザイン学研究, 2018 掲載予定
- 2) 横浜市道路管理局技術管理課 : 道路鋲 (自発光式) の製作設置工事に関する特記仕様書, p.1, 1998
- 3) 水谷 奈那美, 伊藤 三千代, 今井 計, 櫻庭 晶子, 海野 務, 山中 敏正, 廣田 芳雄 : 緊急情報伝達器具として照明器具をデザインするための基礎調査, 日本感性工学会論文誌 Vol.12 No.3, pp.355-359, 2013
- 4) 山下 真裕子, 山田 逸成, 安田 昌司 : 点滅周期および色光の変化による生理的・心理的影響, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌) Vol.27, No.2, pp.599-607, 2015

第5章の引用文献

- 1) 永山雅大 原田一 永山広樹 : 広域災害における避難誘導サインユニットの製作, 日本デザイン学会誌 デザイン学研究, 2018 掲載予定
- 2) 全国瞬時警報システム (J アラート) 総務省消防庁 :
緊急地震速報等の自然災害情報や、弾道ミサイル情報等の国民保護情報といった対処に時間的余裕のない事態に関する緊急情報を、消防庁から人工衛星及び地上回線を用いて送信し、市区町村の同報系防災行政無線等を自動的に起動させることにより、住民に瞬時に伝達するシステム。
- 3) 楠本雄裕, 桜井徹 : 920 MHz 帯無線モジュールを利用した LED 同期点滅システムについて, 鳥取県産業技術センター研究報告 No.18 (2015), pp.13-16, 2015

第6章の引用文献

- 1) 株式会社アールエフリンク：RM-92A
- 2) SMK 株式会社：BTS03
- 3) 浜松市：津波避難基本計画，p.6，2015
- 4) 清野純史，三浦房紀，八木宏晃：個別要素法を用いた被災時の避難行動シミュレーション，土木工学会論文集 No.591/ I -43，pp.365-378，1998
- 5) 消防庁：津波避難対策推進マニュアル検討会，2013

参考文献

- 1) 羽原 敬二：関西大学学術リポジトリ空港津波被害対策とリスク対応，2014
- 2) 永山雅大 原田一 永山広樹 梨原宏：津波避難誘導サインシステムに対する研究—平野部を事例にして—，デザイン学会春季大会，2012
- 3) Motohiro Nagayama, Hajime Harada, Hiroki Nagayama, Hiroshi Nasihara : Study on the evacuation guidance signage system for wide area disaster, IASDR2013, 2013
- 4) 永山雅大 原田一 永山広樹：広域災害における LED 照明を用いた避難誘導方法の研究，デザイン学会春季大会，2017
- 5) 株式会社フラッシュテックタナベ：フラッシュスタッド（電池タイプ自己発光式道路鋺）
- 6) 岩崎電気株式会社：LEDioc アッパーライト，ソーラー LED（ブロック，タイル，ガラスブロック）
- 7) 株式会社キクテック：アポロパスル（KLT-1CT, KLT-5C, KLT-8C, KLT-8D, KLT-9B, KLT-9D, KLT-10AS, KLT-10D, KLT-10G, KLT-77(S)）
- 8) 株式会社クリーンベンチャー 21：CVRS-A シリーズ, CVRS-A1 シリーズ, CVRS-AF シリーズ, CVRS-C シリーズ
- 9) 日本ライナー株式会社：マーブクロス，マーブオクト，マーブプラップ，マーブディレクト，ルミナス・アイマイティ，シンクロマーカー
- 10) 積水樹脂株式会社：エッジポインタ，エッジポインタ T- II，リニアポインタ，クロスポインタ，ラウンドフラッシュ
- 11) YANCHERS（株）：縁石鋺，センターライン鋺（小），高視認性センターライン鋺，交差点鋺（小），変則交差点鋺
- 12) 大塚刷毛製造株式会社：セーフアイ SZY
- 13) 西川潔：サイン計画デザインマニュアル 医療・福祉施設を事例にして，2002
- 14) 財団法人国土技術研究センター：道路の移動等円滑化整備ガイドライン，2003
国土交通省総合政策局交通消費者行政課：公共交通機関旅客施設のサインシステムガイド

- ブック, 2002
- 15) 名取市：名取市第三次国土利用計画, 2001
 - 16) 仙台市都市整備局計画部都市景観室：仙台市歩行者系サインガイドライン, 2000
 - 17) 宮城工業高等専門学校学校情報デザイン学科 造形研究室：名取市観光基本構想策定共同研究報告, 2003
 - 18) 日本道路協会：視線誘導標設置基準・同解説, 1981
 - 19) 仙台市：仙台復興計画案
 - 20) 名取市：名取復興計画案
 - 21) 岩沼市：岩沼復興計画案
 - 22) 横浜市都市整備局企画部都市デザイン室：横浜市公共サインガイドライン
 - 23) 公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団 一般案内用図記号検討委員会：標準案内用図記号ガイドライン

謝辞

本論文は、筆者が東北工業大学ライフデザイン学研究科デザイン工学専攻博士（後期）課程に在学中の研究成果をまとめたものです。

本論文を制作するにあたり、指導教員である東北工業大学原田一教授には、常日頃から丁寧なアドバイスと有意義なご意見を頂くだけでなく、研究に取り組みやすい環境を整えて頂きました。心より厚く御礼申し上げます。

東北工業大学梨原宏名誉教授、菊地良覺教授、大沼正寛教授には、博士論文の副査として本論文を求めるにあたり貴重なご意見をいただきました。心より感謝申し上げます。

東北工業大学ライフデザイン学部の諸先生方にも、多大なるご指導を賜りました。心より感謝申し上げます。

また、実験協力頂きました、東北工業大学ライフデザイン学部クリエイティブデザイン学科学生の皆様、静岡文化芸術大学デザイン学部デザイン学科学生の皆様に心よりお礼申し上げます。

最後に、常に応援して頂き、日常的に心の支えとなった、家族に心から感謝いたします。

2018年2月28日

学会投稿論文および学会発表リスト

(1) 投稿論文

タイトル：広域災害における避難誘導の実態調査ー東日本大震災および発生が予測される
南海トラフ地震を対象として、

著者：筆頭著者 永山雅大，原田一，永山広樹

掲載誌：日本デザイン学会 デザイン学研究，2018 年掲載予定

タイトル：広域災害における避難誘導サインユニットの製作

著者：筆頭著者 永山雅大，原田一，永山広樹

掲載誌：日本デザイン学会 デザイン学研究，2018 年掲載予定

(2) 大会発表

タイトル：津波に対する避難誘導サインシステムー平野部を事例にしてー

著者：永山雅大，永山広樹，梨原宏

大会名：日本デザイン学会 第一支部 北海道・東北地区 大会

年月：2011 年 11 月

タイトル：津波避難誘導サインシステムに対する研究

著者：永山雅大，原田一，永山広樹，梨原宏

大会名：日本デザイン学会 第 59 回春期研究発表大会

年月：2012 年 6 月

タイトル：Study on the evacuation guidance signage system for wide area disaster

著者：永山雅大，原田一，永山広樹，梨原宏

大会名：5th IASDR 2013TOKYO

5th International Congress of International Association of Societies of
Design Research

年月：2013 年 8 月

タイトル：広域災害における避難誘導サインとしてのデバイスに関する研究

著者：永山雅大，原田一，永山広樹，梨原宏

大会名：日本デザイン学会 第一支部 北海道・東北地区大会

年月：2012 年 9 月

タイトル：LED を用いた避難誘導方法の研究

著者：永山雅大，原田一，永山広樹

大会名：人間工学会 東北支部研究会

年月：2013 年 3 月

タイトル：広域災害における避難誘導のためのサインシステムの研究

著者：永山雅大，原田一，永山広樹

大会名：日本デザイン学会 第 61 回春季研究発表大会

年月：2013 年 7 月

タイトル：LED 証明を用いた避難誘導方法の研究

著者：永山雅大，原田一，永山広樹

大会名：平成 27 年度照明学会第 48 回全国大会

年月：2014 年 8 月

タイトル：広域災害における LED 証明を用いた避難誘導方法の研究

著者：永山雅大，原田一，永山広樹

大会名：日本デザイン学会 第 64 回春季研究発表大会

年月：2016 年 6 月

資料

2011 年 アンケート調査資料

2011 年 シナリオ調査資料

2014 年 アンケート追加調査資料

南海トラフ地震対象地域調査各地区詳細

道路鋸の特徴比較

道路鋸型避難誘導サインユニット視認性検証実験アンケート資料

改良型避難誘導サインユニット検証実験アンケート資料

2011 年 アンケート調査資料

(1) 2011 年 アンケート調査用紙

表 資料-1 2011 年アンケート用紙

・誘導サインシステム イメージ評価

地震発生時、現在地からの避難誘導サインに従い避難所まで非難する際サインはどのようなものであったほうがいいのかについてお聞きます。

なお、この調査で得られた個人情報につきましては、本研究以外には使用致しません。

以下の項目について回答ください。

- 1 あなたの性別をお聞かせください。 性別 男性 : 女性
- 2 あなたの年齢をお聞かせください。 年齢 10代 20代 30代 40代 50代
- 3 あなたの職業をお聞かせください。 職業 _____
- 4 以下の心理イメージ評価にお答えください。
以下に 38 項目の言葉があります。その中から必要だと思う言葉を 7 項目必要だと思う順に書き出してください。

理解できる	バランスの良い	普段から見る
読みやすい	意識しなくとも気付く	思考的な
大きい	コミュニティがある	瞬時にわかる
低い	守られた	物々しい
洗練された	直感的な	頑丈な
高い	安全な	軟弱な
調和のとれた	安心な	バランスの悪い
環境に配慮している	地域性のある	誘導的な
脈絡のある	鮮明な	強制的な
無理のない	年配に配慮した	視認性の高い
複雑な	子供に配慮した	親切的な
簡単な	美しい	綿密な
遠くから分かる	質素な	

例：1 理解できる

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____
- 6 _____
- 7 _____

(2) 2011 年 アンケート調査結果

表 資料-2 2011 年アンケート結果一覧

	性別	年齢	職業	1	2	3	4	5	6	7
1	男	20代	学生	瞬時にわかる	守られた	速くから分かる	低い	簡単な	無理のない	誘導的な
2	男	20代	学生	瞬時にわかる	視認性の高い	意識しなくとも気付く	普段から見ると	地域性のある	簡単な	親切な
3	男	20代	学生	地域性のある	視認性の高い	鮮明な	理解できる	意識しなくとも気付く	瞬時にわかる	強制的な
4	男	20代	学生	瞬時にわかる	無理のない	視認性の高い	理解出来る	理解できる	親切な	調和のとれた
5	女	20代	学生	瞬時にわかる	視認性の高い	年配に配慮した	直感的	安心な	低い	理解できる
6	男	20代	学生	地域性のある	強制的な	理解できる	視認性の高い	瞬時にわかる	読みやすい	安全な
7	男	20代	学生	瞬時にわかる	読みやすい	視認性の高い	理解できる	意識しなくとも気付く	項丈な	調和のとれた
8	男	20代	学生	読みやすい	大きい	低い	項丈な	理解できる	高い	瞬時に分かる
9	男	20代	学生	地域性のある	読みやすい	意識しなくとも気付く	瞬時にわかる	低い	強制的な	視認性の高い
10	男	20代	学生	項丈な	安全な	意識しなくとも気付く	読みやすい	速くから分かる	強制的な	バランスの良い
11	男	20代	学生	瞬時にわかる	強制的な	地域性のある	普段から見ると	大きい	安全な	低い
12	男	20代	学生	瞬時にわかる	意識しなくとも気付く	強制的な	大きい	年配に配慮した	理解できる	視認性の高い
13	男	20代	学生	瞬時にわかる	読みやすい	視認性の高い	理解できる	意識しなくとも気付く	低い	地域性のある
14	男	20代	学生	地域性のある	意識しなくとも気付く	低い	項丈な	強制的な	洗練された	理解できる
15	男	20代	学生	瞬時にわかる	鮮明な	脈絡のある	大きい	誘導的な	軟弱な	コミュニティーがある
16	女	20代	学生	安全な	安心な	項丈な	瞬時にわかる	親切な	大きい	高い
17	男	20代	学生	普段から見る	瞬時にわかる	直感的	年配に配慮した	子供に配慮した	意識しなくとも気付く	無理のない
18	男	20代	学生	直感的	簡単な	地域性のある	誘導的な	速くから分かる	親切な	意識しなくとも気付く
19	女	20代	学生	意識しなくとも気付く	年配に配慮した	強制的な	視認性の高い	普段から見ると	速くから分かる	項丈な

2011 年 シナリオ調査資料

(1) 2011 年 シナリオ調査用紙

表 資料-3 2011 年シナリオ調査用紙

・避難誘導サインシステム シナリオ調査

地震発生時、現在地からの避難誘導サインに従い避難所まで非難する際の状況についてお聞きします。
以下の点に留意し、自分の気持ちを組み入れた使用状況がわかる物語を書いてください。
なお、この調査で得られた個人情報につきましては、本研究以外には使用致しません。

・留意点

- 1, あなたの年齢・性別・職業は何ですか。
- 2, どのような場所から避難所まで移動しましたか。
- 3, 避難所までの道すがらどのような物を見ながら進みましたか。
- 4, 非難する際、移動手段は何でしたか。
- 5, イメージとして、3月11日に発生した平成23年東北地方太平洋沖地震の時の状況を参考にしてください。

また、予め訓練された避難方法で動いた場合はそれも書きこんで下さい。

・シナリオ例

私は、20 台前半の大学生の男です。

東北地方太平洋沖地震が発生し、揺れている最中は動くことができず身を守ることで精一杯でした。しばらくして落ち着いた後、ライフラインが止まっていることを知りこのままここにも仕方が無いので、避難所に移動することにしました。

自分が今いる駅前から近くの避難所までは今まで使った事のないルートを歩くことになり、避難所までの道はわかりませんでした。

避難所の場所が書いてある看板までは人ごみで行けず、とりあえず人の流れに乗っていれば付くだろうと思い、歩いていると避難所からは離れてしまう流れだった事に気づき引き返し、自分で探して辿り付きました。後で見ると、すんなり行けば10分ほどの道も当日は1時間半もかかってしまいました。

・あなたのシナリオを上記にならってお書き下さい。

(2) 2011 年 シナリオ調査回答一覧

1:

私は 20 台前半の大学生の男です。

地震が起きた時、私は電車に乗っており車両が大きく揺れ何もできず、ただ座っていることしかできなかった。20 分ほど車両に留まりその後避難を開始しました。

他の人はほとんど乗っていなかったなので個人で避難することとなりました。

途中で建物の倒壊やヒビ割れなどが多数あり地震の強さがうかがえました。

避難所への看板は途中で何個か見かけて高台の高校へ避難しました。

夜は停電で全く何も見えずとても危険でした。

2:

私は、21 歳の男子学生です。

地震発生当時は、大学のキャンパス内におり、地震が収まった後しばらく大学にいました。

その後、友人の家の状況を確認に行きました。その途中にある小学校が避難所になっていたの、様子を見ると、すでに人がいっぱいに入れる状況ではありませんでした。そのまま友人宅に行ってみると、物が散乱し、壁にもヒビが入ってました。とりあえず、毛布と衣服類を持ち、次は駅に向かいました。私自身電車通学をしているので、一応確認したところ、やはり電車は止まっていたので、自宅に帰る手段が無くなりました。その後も何人かの友人宅を転々とし、結局、大学のキャンパスに戻ることにしました。

計 2 時間程度歩きまわっていました。

しかし、大学のキャンパスは避難所にはなっておらず、どうしようか迷っていました。

そこに警備の人が来て、もう一つのキャンパスの方が避難所になっている事を聞き、大学のシャトルバスで避難所に向いました。

地震発生から、避難所に着くまでに 5～6 時間経っていました。

最初に見つけた避難所がすでにいっぱいになっていた事で、どこにも入れないだろうと思い込みをしてしまい、時間がかかってしまったのだと思います。

3:

20 代前半の男子大学生です。

海から 2km 程離れた自宅から近所の避難所に移動しました。

同じ地区に住んでいる人達が進む流れを見ながら進みました。

初めは歩いて避難し、その後車が必要だと思い車を持って避難所へ行きました。

本当にその避難所が適格な場所だったのか、人は入りきれるのか、車などによる渋滞がないのか、不安だらけの移動でしたね。

4:

私は、20代の大学生です。

地震が発生した時、自分は仙台のアーケードの中にいました。

何もすることができず、落ち着いてから人の流れに乗って案内された避難所へ行き、そこにも仕方がない事が分かり、自分の家まで歩く事にし、避難所を離れました。

自分の家の近くなれば分かっている事も、アーケードの中だとどこに行けばいいのかさっぱりわからなかった。

5:

私は、20代前半の大学生の男です。移動手段は徒歩。

私は自宅から避難所までは今まで使った事のないルート歩くことになりました。

避難所の場所はまったくわからず最初に近所の人にだいたいのルートを聞いて避難所の近くまで来るとやっと避難所のサインが見えました。

地域全体を(誘導サインで)カバーしていれば避難も楽に出来たと思う。

6:

私は20代前半の大学生の男です。

東日本大震災が発生した時、私は仙台市内にある自宅アパートにいました。

たまたまくつを履いていたのですぐに外に出て揺れが収まってから家の中に入り荷物を取ってアルバイト先へ行きました。そこで、とんでもないことになっていてたことを実感しました。電話もメールも通じなくてとほうにくれていたら友人が数名家にきてくれたので一緒に行動しました。長町キャンパスにいたらSNSで八木山キャンパスが避難所になっているとカキ込みがあったのでゆっくり運転していきました。元々八木山キャンパスは避難所ではなかったのですがうわさを聞きつけた周辺住民が集まってきて避難所になったようなのでなんのサインもありませんでした。

避難所の案内板はまわりが暗くて少し見えにくかった。(月の明かりがあったので少しは見えた。)

7:

私は20代前半の女子学生です。

地震発生時は仙台駅前にいました。揺れが収まり落ち着いた後、帰宅を試みましたが、ライフラインが止まっており仕方なく指定避難所へ移動することにしました。避難所まで今まで使った事のないルートでしたが、道路を走る自動車のテールランプの明かりと人の列を頼りに、何とか徒歩で避難所まで辿り付きました。

8:

20代前半の大学生の男子です。

カラオケで地震にあい、家に帰る手段がなかったので目の前の小学校に一時避難しました。道路の向こう側だったのですが、信号が止まっていて車を避けながらだったので少し怖かったです。

地元の小学校だったので、着くまでに迷った人はいなかったと思います。

9:

20代の男子学生です。

長町南駅にいました。揺れている最中は動けず、揺れが収まってから大学近くのアパートへ戻ろうとしました。バスは動いているかわからなかったので、徒歩で移動しました。途中、避難している人がいたので自宅に帰らず避難所へむかいました。どこが避難所なのかわかりませんでしたが、流れに着いていくと近くの小学校でした。小学校で何もすることがなかったので、自宅に戻ることにして移動しました。部屋がぐちゃぐちゃになっていて、どうしようかと思っている所に同じアパートの友達が来ました。八木山キャンパスが避難所になっている事を聞き一緒にむかいました。

場所は知っていたので問題ありませんでしたが、指示などは特にありませんでした。

10:

20代前半の男子学生です。

大学から自宅へ帰っている最中で地震に会いました。仙台駅でバスを待っている所で地震にあったので、周りの人を含め何をしたら良いかわかりませんでした。家族へ連絡もつかない中、指定の避難場所がある事を聞いたのですが、どこかがわからないままあちこち歩くうちに、五橋中学校まで来ました。途中看板があったのかもしれませんが、わからなかったなので、前の人についていく感じでした。夜まではそこで過ごしていました。

家族も心配で、しょうがないので自宅まで歩くか決め兼ねていたところ、県外の親戚と連絡が繋がり家族の無事がわかりました、家族に五橋中学校にいることを伝えてもらい迎えが来るまで待ちました。迎えが来たのは夜中を過ぎたときでした。

2014 年 アンケート追加調査資料

(1) 2014 年 アンケート調査用紙

表 資料-4 2014 年アンケート用紙

・避難誘導サインシステム イメージ評価 (学生用)

地震による津波発生時、避難誘導サインに従い避難地(津波未到達エリア・津波避難タワー・津波避難ビルなど)まで非難する際、サインにどのような要素が必要であるかについてお聞きます。

なお、この調査で得られた個人情報につきましては、本研究以外には使用致しません。

以下の項目について回答してください。

1, あなたの性別をお聞かせください。 性別 男性 : 女性

2, あなたの学年をお聞かせください。 学年 1 年 2 年 3 年 4 年 大学院

3. 以下の心理イメージ評価にお答えください。

以下に 38 項目の言葉があります。その中から必要な 7 項目を順に書き出してください。

理解できる	バランスの良い	普段から見る
読みやすい	意識しなくとも気付く	思考的な
大きい	コミュニティがある	瞬時にわかる
低い	守られた	物々しい
洗練された	直感的な	頑丈な
高い	安全な	軟弱な
調和のとれた	安心な	バランスの悪い
環境に配慮している	地域性のある	誘導的な
脈絡のある	鮮明な	強制的な
無理のない	年配に配慮した	視認性の高い
複雑な	子供に配慮した	親切的な
簡単な	美しい	綿密な
遠くから分かる	質素な	

例: 1 理解できる _____

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____
- 6 _____
- 7 _____

東北工業大学 ライフデザイン学研究科 デザイン工学専攻
博士(後期)課程 永山 雅大

(2) 2014 年 アンケート調査結果

表 資料 -5 2014 年アンケート結果一覧

	性別	年齢	職業	1	2	3	4	5	6	7
1	女	20代	学生	安全な	簡単な	守られた	親切な	安心な	無理のない	理解できる
2	女	20代	学生	大きい	読みやすい	直感的な	鮮明な	誘導的な	視認性の高い	頑丈な
3	女	20代	学生	理解できる	遠くから分かる	頑丈な	瞬時にわかる	誘導的な	環境に配慮してる	直感的な
4	女	20代	学生	理解できる	遠くから分かる	意識しなくとも気付く	普段から見る	瞬時にわかる	直感的な	誘導的な
5	女	20代	学生	直感的な	視認性の高い	理解できる	遠くから分かる	簡単な	安心な	意識しなくとも気付く
6	女	20代	学生	瞬時にわかる	直感的な	読みやすい	視認性の高い	遠くから分かる	意識しなくとも気付く	普段から見ると
7	女	20代	学生	遠くから分かる	瞬時にわかる	視認性の高い	年配に配慮した	大きい	読みやすい	頑丈な
8	女	20代	学生	直感的な	誘導的な	瞬時にわかる	遠くから分かる	視認性の高い	無理のない	普段から見ると
9	女	20代	学生	視認性の高い	脈絡のある	普段から見ると	無理のない	直感的な	誘導的な	年配に配慮した
10	女	20代	学生	瞬時にわかる	簡単な	意識しなくとも気付く	理解できる	年配に配慮した	遠くから分かる	視認性の高い
11	男	20代	学生	理解できる	直感的な	調和のとれた	視認性の高い	瞬時にわかる	環境に配慮している	意識しなくとも気付く
12	男	20代	学生	大きい	瞬時にわかる	視認性の高い	遠くから分かる	直感的な	地域性のある	年配に配慮した
13	男	20代	学生	瞬時にわかる	直感的な	意識しなくとも気付く	遠くから分かる	普段から見ると	簡単な	読みやすい
14	男	20代	学生	理解できる	読みやすい	大きい	安全な	親切な	安心な	簡単な
15	男	20代	学生	理解できる	脈絡のある	瞬時にわかる	直感的な	遠くから分かる	頑丈な	誘導的な
16	女	20代	学生	遠くから分かる	瞬時にわかる	視認性の高い	誘導的な	読みやすい	意識しなくとも気付く	直感的な
17	女	20代	学生	高い	安全な	遠くから分かる	誘導的な	意識しなくとも気付く	強制的な	頑丈な
18	女	20代	学生	直感的な	無理のない	瞬時にわかる	読みやすい	鮮明な	調和のとれた	守られた
19	女	20代	学生	安全な	親切な	洗練された	脈絡のある	簡単な	遠くから分かる	バランスの良い
20	女	20代	学生	簡単な	安全な	地域性のある	瞬時にわかる	親切な	安心な	守られた
21	女	20代	学生	理解できる	遠くから分かる	瞬時にわかる	誘導的な	年配に配慮した	子供に配慮した	大きい
22	女	20代	学生	普段から見ると	視認性の高い	理解できる	遠くから分かる	親切な	大きい	直感的な
23	男	20代	学生	簡単な	安全な	安心な	普段から見ると	頑丈な	誘導的な	親切な
24	男	20代	学生	安全な	頑丈な	年配に配慮した	瞬時にわかる	視認性の高い	遠くから分かる	調和のとれた
25	男	20代	学生	理解できる	簡単な	遠くから分かる	頑丈な	瞬時にわかる	子供に配慮した	読みやすい
26	男	20代	学生	意識しなくとも気付く	誘導的な	無理のない	普段から見ると	調和のとれた	年配に配慮した	低い
27	男	20代	学生	普段から見ると	瞬時にわかる	調和のとれた	地域性のある	年配に配慮した	環境に配慮している	安全な
28	男	20代	学生	瞬時にわかる	子供に配慮した	年配に配慮した	読みやすい	簡単な	コミュニケーションがある	親切な
29	男	20代	学生	美しい	無理のない	バランスの良い	低い	洗練された	理解できる	安全な

南海トラフ地震対象地域調査各地区詳細

・静岡県浜松市、磐田市、袋井市調査資料



a



b



c



d



e



f

図 資料-1 a,b,c,d,e,f 国道1号線沿い 遠州灘エリア

国道1号線沿い遠州灘(図 資料-1)は遊泳が禁止されているが、サーファー、釣り人、観光客等が多く集まるエリアとなっており、非常時には、国道から車を降りた人が避難する事も考えられる。津波の危険性を知らせるサインはあるが、明確な避難経路は設定されていない。

・静岡県浜松市、磐田市、袋井市調査資料



a



b



c



d



e



f

図 資料-2 a,b,c,d,e,f 国道1号線沿い町民の森エリア（浜松市）

国道1号線と浜松市西区舞浜に挟まれた図 資料-2 中 a-f の区画は海からの防潮林の役目を果たす丘になっている。マンション等を除くと周辺で一番高い場所となり、図中 c,e の遊歩道を超えないと海を確認することが出来ない。津波注意のサインは住宅地側にあるが、町民の森エリア内に津波避難に関する避難誘導サインは確認できない。

・静岡県浜松市、磐田市、袋井市調査資料



図 資料-3 浜松沿岸部地震避難所



a



b



c



d

図 資料-4 a,b,c,d 浜松市沿岸部住宅地内津波避難タワー

図 資料-4 は住宅地内に設置され避難施設で、図 資料-3 は地震に対する避難施設となる。東日本大震災以後、図 c のような津波避難タワーを設置しており、地震発生後津波の危険性がある場合には津波避難タワーへの避難となる。

基本的に周辺住民を収容するよう考えられているため、避難誘導サインは設置されておらず、避難タワーの高さも住宅と同程度のため、目視の確認が難しい。避難訓練の際、実際に津波避難タワーを使用し、認知度をあげている。

・静岡県浜松市、磐田市、袋井市調査資料



a



b



c



d



e



f

図 資料 -5 a,b,c,d,e,f 浜名漁港近郊津波避難タワー

浜名漁港周辺は、住宅が密集し 3 階建て以上の堅牢な建物も無いため、津波避難施設の設置が難しい地域となる。図 資料 -5 中 c-f に設置された津波避難タワーは、舞阪第 2 保育園に隣接する土地に建てられている。この津波避難タワーも定期的な避難訓練の際に活用し非常時の備えとしている。

・静岡県浜松市、磐田市、袋井市調査資料



a



b



c



d



e



f

図 資料 -6 a,b,c,d,e,f 浜松市沿岸部津波避難タワー（南区法枝町）

図 資料 -6 は、浜松市南区法枝町は防潮林を挟み沿岸に面している地域で、東日本大震災以前の宮城県岩沼市仙台国際空港周辺の住宅地と地理的条件が似ている。高い建物は少なく、辺住民の避難が困難なため、津波避難タワーを設置している。避難誘導サインは無く、津波避難タワーは、公園等のスペースを使用し建てられている。

・静岡県浜松市、磐田市、袋井市調査資料



a



b



c



d

図 資料-7 a,b,c,d 天竜川沿い津波避難タワー

図 資料-12 に示す浜松市、磐田市の間に流れる天竜川沿いは、比較的内陸部についても、津波発生の際に川を遡上した波が氾濫することが懸念されるため、津波避難施設（主に津波避難タワー）が設けられている。

地域として、農地や空き地があり、住宅密集地域ではないため比較的視界が良く、津波避難施設を目視可能なこと、避難の際に津波避難施設に直線的にルートを確認しやすい点がある一方で、街灯が少なく夜間の明かりの確保に難点がある。

津波避難施設周辺の避難誘導サインは、特に無い。

・静岡県浜松市、磐田市、袋井市調査資料



a



b



c



d



e



f

図 資料 -8 a,b,c,d,e,f 津波避難マウンド 遠州灘海浜公園（浜松市）

図 資料 -8 の津波避難マウンドは、遠州灘海浜公園内に設置されており、周辺住民だけでなく海浜公園や中田島砂丘に訪れた外来者も対象とした津波避難施設である。

十分なスペースに作られた津波避難マウンドのため、上部への移動に緩やかなスロープを辿ることが出来るため子どもやお年寄り、車椅子使用者と言った階段移動が困難な人の避難が比較的容易に行える。

・静岡県浜松市、磐田市、袋井市調査資料



a



b



c



d



e



f

図 資料 -9 a,b,c,d,e,f 津波避難マウンド（浜松市）

図 資料 -9 の津波避難マウンドは、旧五島小学校跡地に設置された避難施設で、周辺住民および周辺企業の労働者を避難対象としている。同地区は比較的内陸に位置するが、天竜川と芳川に囲まれており、川を遡上した波が到達する恐れがある。

上部までスロープが設置されており、比較的容易に移動できる。周辺の避難誘導サインは特に無く、避難訓練に使用し備えとしている。

・静岡県浜松市、磐田市、袋井市調査資料



a



b



c



d



e



f

図 資料-10 a,b,c,d,e,f 津波避難マウンド 湊 命山（磐田市）

図 資料 -10 は、国道 150 号線沿いに設置されている津波避難マウンドで、周辺住民および周辺企業の労働者、移動者を対象にしている。上部までスロープが設置されており、比較的容易に移動できる。周辺の避難誘導サインは特に無い。

調査以降、現 2017 年 11 月段階で命山以外に 3 箇所設置されている。

・静岡県浜松市、磐田市、袋井市調査資料



a



b



c



d

図 資料 -11 a,b,c,d 浜松市沿岸部津波指定避難施設

図 資料 -11 は、沿岸沿いに位置する施設を活用した避難場所である。

津波避難指定施設については、コンクリート造であり一定以上の高さに人を誘導できる等指定の条件をクリアした建物を使用している。比較的大規模な集合施設や、清掃工場、民間の工場等が指定を受け、従業員や周辺住民、外来者にかかわらず収容する手筈となる。

・静岡県浜松市、磐田市、袋井市調査資料



a



c



b



d



e



f

図 資料 -12 a,b,c,d,e,f 津波避難ビル（浜松市）

図 資料 -12 は、既存の集合住宅を活用し津波避難用の施設としたものである。

4 階建て以上のマンションやビルに図中 a-d のように外階段を設置し屋上へ上がる経路を用意してる。また、図中 e の様に内階段を設け高層へと移動できるマンションに関しては、避難ビル指定を行うことで非常時の受け入れ体制を整えている。

避難対象は下階層の住民や周辺の住民。周辺の避難誘導サインは、特に確認できない。

・静岡県浜松市、磐田市、袋井市調査資料



図 資料 -13 a,b,c,d 津波避難施設（磐田市）

磐田市でも、コンクリート造で高さがある建物を津波避難ビル指定（図 資料 -13）し、備えとしてる。また、図中 c,d は、マルイ水産が用意した津波避難タワーで、従業員はもちろん、周辺の住民の収容も考え設置している。管理をマルイ水産で行っているため、非常時および避難訓練以外侵入禁止の措置は取られておらず、訪れた人が自由に上へ上がることが出来る。これまで調査してきた津波避難タワーとは構造等の作りが異なる。

表 資料 -6 道路鋏の特徴比較

	商品画像	商品名称	会社名	付属情報	昼夜		使用場所		機能	
					昼間	夜間	車道	歩道	注意	誘導
1		フラッシュスタッド (電池タイプ自己発光式道路鋏)	株式会社フラッシュテックタナベ	全5色 電池式(稼働:10年)		○	○		○	
2		LEDioc アポロライト	岩崎電気株式会社	昼白色タイプ・電球色タイプ 地中埋込形		○	○		○	
3		ソーラーLEDブロック		普段は注意喚起を行い、非常時には誘導灯としても使用可能 地中埋込形		○		○	○	○
4		タイル				○		○	○	○
5		ガラスブロック				○		○	○	○
6		アポロパルス KLT-1CT	株式会社キクテック	センター鋏 地中埋込形 直線・カーブ用有り		○	○		○	
7		アポロパルス KLT-5C		分離帯鋏 地上貼付形		○	○		○	
8		アポロパルス KLT-8C		交差点鋏 地中埋込形		○	○		○	
9		アポロパルス KLT-8D		交差点鋏 地中埋込形		○	○		○	
10		アポロパルス KLT-9B		センター鋏 地中埋込形		○	○		○	
11		アポロパルス KLT-9D		交差点鋏 地中埋込形		○	○		○	
12		アポロパルス KLT-10AS		停止線鋏 地中埋込型		○	○		○	
13		アポロパルス KLT-10D		交差点鋏 地中埋込型		○	○		○	
14		アポロパルス KLT-10G		交差点鋏 地中埋込型		○	○		○	
15		アポロパルス KLT-77(S)		縁石鋏 地上貼付形		○	○		○	

	商品画像	商品名称	会社名	付属情報	昼夜		使用場所		機能	
					昼間	夜間	車道	歩道	注意	誘導
16		CVRS-Aシリーズ	株式会社 クリーン ベンチャー 21	地上貼付形		○	○		○	
17		CVRS-A1シリーズ		地中埋込型 (脚部埋め込みタイプ)		○	○		○	
18		CVRS-AFシリーズ		地上貼付形 超薄型 (9mm)		○	○		○	
19		CVRS-Cシリーズ		地中埋込型		○	○		○	
20		マップクロス	日本ライ ナー株式 会社	地中埋込型 交差点鉾		○	○		○	
18		マップオクト		地中埋込型 赤色レンズにより昼間 でも交差点の位置を確認可能	○	○	○		○	
19		マップブラップ		地中埋込型 停止線、外側線、安全 地帯、横断歩道の区別		○	○		○	
20		マップディレクト		地中埋込型 中央線、曲線道路、車 線変更禁止線の区別		○	○		○	
21		ルミナス・アイマイティ		地上貼付形 緑石や敷地内危険箇所の 注意に使用		○	○	○	○	
22		シンクロマーカー		地上貼付形 標準電波利用の同期点 減により複数個の点減 同期を行う		○	○		○	
23		エッジポインタ	積水樹脂 株式会社	地上貼付形 緑石鉾		○	○		○	
24		エッジポインタ T-II		地上貼付形 緑石鉾		○	○		○	
25		リニアポインタ		地中埋込型 中央線等の区別		○	○		○	
26		クロスポインタ		地中埋込型 交差点の区別		○	○		○	
27		ラウンドフラッシュ		地中埋込型 交差点の区別		○	○		○	
28		緑石鉾		地上貼付形 緑石鉾		○	○		○	

	商品画像	商品名称	会社名	付属情報	昼夜		使用場所		機能	
					昼間	夜間	車道	歩道	注意	誘導
29		センターライン鉢（小）	YANCHERS（株）	地中埋込型 センターラインの区別 （直線・曲線用）		○	○		○	
30		高視認性センターライン鉢		地中埋込型 センターラインの区別		○	○		○	
31		交差点鉢（小）		地中埋込型 交差点の区別		○	○		○	
32		変則交差点鉢		地中埋込型 交差点の区別（十字以外の鋭角な交差点にも対応）		○	○		○	
33		セーフアイ SZY	大塚刷毛製造株式会社	地上貼付形 道路上の注意喚起が必要なところへの設置		○	○		○	
		道路鉢型避難誘導サインユニット	提案	地中埋込型 避難経路に沿って設置し誘導を行う	○	○	○	○		○
		改良型避難誘導サインユニット	提案	地上貼付形 避難経路に沿って設置し誘導を行う	○	○	○	○		○

道路鉾型避難誘導サインユニット視認性検証実験アンケート資料

(1) 道路鉾型避難誘導サインユニット視認性検証実験 アンケート調査用紙

表 資料-7 道路鉾型避難誘導サインユニット視認性検証実験 アンケート用紙

道路鉾型避難誘導サインアンケート用紙（大学生用）

当てはまる四角（□）にチェック（✓）をして下さい

性別 ☐ 男性 ☐ 女性

◇ 30m

・視認性

赤 見える ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 見えない

緑 見える ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 見えない

・点滅の仕方による緊急性

点灯 感じる ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 感じない

点滅（遅い） 感じる ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 感じない

点滅（早い） 感じる ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 感じない

◇ 60m

・視認性

赤 見える ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 見えない

緑 見える ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 見えない

・点滅の仕方による緊急性

点灯 感じる ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 感じない

点滅（遅い） 感じる ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 感じない

点滅（早い） 感じる ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 感じない

◇ 90m

・視認性

赤 見える ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 見えない

緑 見える ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 見えない

・点滅の仕方による緊急性

点灯 感じる ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 感じない

点滅（遅い） 感じる ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 感じない

点滅（早い） 感じる ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ — ☐ 感じない

◇ 色の違いによる進行感

・これまでの項目を思い返し、緑色と赤色について進行したいと思う方はどちらか

☐ 緑色 ☐ 赤色

◇ お気づきの点などありましたら裏面にご記入下さい。

ご協力ありがとうございました。

(2) 道路鉾型避難誘導サインユニット視認性検証実験結果

・東北工業大学結果

表 資料-8 サインユニット視認性検証実験 東北工業大学結果

			見える					見えない
30m	視認性	赤色	8	1	2	0	1	0
		緑色	10	0	0	2	0	0
			感じる					感じない
	緊急性	点灯	1	0	2	0	2	3
		点滅 (遅い)	0	1	0	2	6	2
		点滅 (早い)	5	2	1	1	2	1
								0
	60m	視認性	見える					見えない
			2	2	3	1	2	1
			緑色	1	2	3	0	3
			感じる					感じない
		緊急性	点灯	0	1	1	0	1
			点滅 (遅い)	0	0	0	1	4
			点滅 (早い)	0	1	2	1	2
								2
90m	視認性	赤色	0	0	1	0	0	0
		緑色	0	0	0	0	0	0
			感じる					感じない
	緊急性	点灯	0	0	0	0	0	0
		点滅 (遅い)	0	0	0	0	0	0
		点滅 (早い)	0	0	0	0	0	0
								12
	進行したいと考える色	赤色	3					
		緑色	9					

・静岡文化芸術大学結果

表 資料-9 サインユニット視認性検証実験 静岡文化芸術大学結果

			見える					見えない
30m	視認性	赤色	5	6	2	2	0	0
		緑色	3	0	5	0	3	3
			感じる					感じない
	緊急性	点灯	2	2	6	0	0	1
		点滅 (遅い)	2	3	4	2	3	1
		点滅 (早い)	8	2	4	1	0	0
								0
	60m	視認性	見える					見えない
			1	0	3	2	2	4
			緑色	1	0	0	1	1
			感じる					感じない
		緊急性	点灯	0	0	2	0	4
			点滅 (遅い)	0	0	1	2	3
			点滅 (早い)	0	1	2	1	2
								2
90m	視認性	赤色				1		3
		緑色						
			感じる					感じない
	緊急性	点灯	0	0	0	0	0	1
		点滅 (遅い)	0	0	0	0	0	1
		点滅 (早い)	0	0	0	0	0	0
								15
	進行したいと考える色	赤色	9					
		緑色	5					
		無回答	1					

・東北工業大学・静岡文化芸術大学総合結果

表 資料 -10 サインユニット視認性検証実験 両大学総合結果

			見える					見えない
30m	視認性	赤色	13	7	4	2	1	0
		緑色	13	0	5	2	3	1
			感じる					感じない
	緊急性	点灯	3	2	8	0	2	4
		点滅 (遅い)	2	4	4	4	9	3
		点滅 (早い)	13	4	5	2	2	1
								0
60m	視認性	赤色	3	2	6	3	4	5
		緑色	2	2	3	1	4	4
			感じる					感じない
	緊急性	点灯	0	1	3	0	5	8
		点滅 (遅い)	0	0	1	3	7	7
		点滅 (早い)	0	2	4	2	4	4
								11
90m	視認性	赤色	0	0	1	1	0	3
		緑色	0	0	0	0	0	0
			感じる					感じない
	緊急性	点灯	0	0	0	0	0	1
		点滅 (遅い)	0	0	0	0	0	1
		点滅 (早い)	0	0	0	0	0	0
								27
進行したいと 考える色	赤色		12					
		緑色	14					
		無回答	1					

改良型避難誘導サインユニット検証実験アンケート資料

(1) 改良型避難誘導サインユニット検証実験 アンケート調査用紙

票 資料-11 改良型避難誘導サインユニット アンケート用紙

道路鉈型避難誘導サインアンケート用紙 (静岡文化芸術大学)

学内に避難誘導実験用サインを設置しています。

サインは緑色の発光体です。サインに従いスタート地点(集合地点)からゴール地点(サイン2個設置)まで移動してください。

アンケート用紙は、ゴールに到達後記入を開始して下さい。

当てはまる四角 (□) にチェック (✓) をして下さい

性別：□ 男性 □ 女性

◇ 避難誘導サイン

・視認性

点灯	見える	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	見えない
点滅(遅い)	見える	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	見えない
点滅(早い)	見える	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	見えない

・避難経路として発光体は認識出来るか

点灯	出来る	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	出来ない
点滅(遅い)	出来る	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	出来ない
点滅(早い)	出来る	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	出来ない

・避難サイン設置間隔

近い ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 遠い

◇ 避難行動

・避難誘導看板に比べ移動時に分かりやすいか

分かる ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 分からない

・行動中、考えた事や疑問に思った部分を記述して下さい

◇ お気づきの点などありましたら裏面にご記入下さい。

ご協力ありがとうございました。

(2) 改良型避難誘導サインユニット検証実験結果

表 資料-12 改良型避難誘導サインユニット実験結果

視認性	見える						見えない	
点灯	1	4	3	4	0	3	0	0
点滅 (遅い)	0	7	2	4	2	0	0	0
点滅 (早い)	7	5	1	1	1	0	0	0

避難経路として発光体は視認出来るか	出来る						出来ない	
点灯	1	2	3	5	0	2	2	2
点滅 (遅い)	2	2	3	3	3	2	0	0
点滅 (早い)	6	3	1	2	1	2	0	0

避難サイン設置間隔	近い						遠い	
	0	0	1	1	7	4	2	2

避難行動	分かる						分からない	
避難誘導看板に比べ移動時に分かりやすいか	0	1	2	4	3	3	1	1