

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K16317

研究課題名（和文）防災啓発拠点施設における有効性向上のためのICTを活用した減災学習デザイン手法

研究課題名（英文）Effective Learning Method for Disaster Mitigation Facilities Taking Advantage of Information Communication Technology.

研究代表者

倉田 和己（Kurata, Kazumi）

名古屋大学・減災連携研究センター・特任准教授

研究者番号：50579604

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：我が国には多くの防災啓発拠点施設が存在し、新たな施設の構築や既存施設の活用再検討が進む中、その教育効果を評価・改善する手法が求められている。本研究では、全国約150箇所のアンケート調査結果から、施設規模、運営形態、展示テーマ等を詳細に調査し、施設を類型化した。さらに、名古屋大学減災館をフィールドに、最新のICTである屋内測位技術を用いて学習施設の評価手法を開発した。その上で、見学者をナビゲートするアプリケーションを導入し、従前よりも学習効果が向上したことが、来館者への学習知識チェッククイズの結果から確認された。

研究成果の概要（英文）：There are many “Disaster Mitigation Facilities” in Japan, and constructing new facilities or re-constructing existing facilities. So we need the evaluation method for various facilities. In this study, from about 150 investigation results, we categorize all facilities by the scale, the operation, the theme etc. Next, in Gensaikan at Nagoya-University, we develop the facility evaluation method by indoor positioning system. Moreover, we apply the navigation system for visitor, and confirm it makes visitor to learn more effectively by check test result.

研究分野：災害情報

キーワード：防災教育 学習施設 屋内測位技術 アンケート調査 学習ストーリー アプリケーション

1. 研究開始当初の背景

自然災害の被害軽減対策の一つとして市民を教育・啓発することは、彼らの対策行動を誘発し、自助・共助活動を促進する上で重要である。防災教育・啓発の手段の一つとして、常設型の学習施設を来館者が訪問し、施設に備え付けられた設備や教材を用いて学ぶという形態が存在する。本稿では、このような施設の事を防災学習施設（または単に施設）と呼ぶこととする。

1995年の阪神・淡路大震災や2011年の東日本大震災のような大規模災害を契機とし、防災学習施設の新設や更新が行われている。その際には、施設の有効性を高めるべく、他地域の有名施設を参照事例とすることが多い。また施設の運用がうまく行われているか否かといった評価は通常、自施設の調査データ（主に来館者数）のみを用いて行われており、他所との比較はなされない。しかし本来ならば、自施設とテーマ・規模・運営形態等が類似した施設を選定し、その上で参照・比較がなされるべきである。それが行われて居ないのは、そもそも施設の網羅的なデータベースが存在しないことと、施設に対する評価の手法が確立していないためである。

2. 研究の目的

本研究では、施設が持つ学習効果をより高めることを目的とし、施設の新設やリニューアルにおいて活用することのできる、①基礎データとしての施設データベース、②客観的な評価を可能とする評価手法、の二点を開発する。さらに、名古屋大学減災館をフィールドとし、評価および改善の具体的な手法を実装し、その効果について検証することを目標とした。

3. 研究の方法

インターネット等を通じて全国約200箇所の防災啓発拠点施設をリストアップし、統一的なアンケート調査を行うことで、展示テーマや施設規模、運営資金、スタッフなどの制約条件を詳細に調査する。このデータベースを元に、施設の比較するための類型化を行う。さらに、定量的なデータを分析することで、効率的／効果的な運営を行っている施設を抽出する。

さらに、名古屋大学減災館をフィールドに、最新のICTである屋内測位技術を導入することにより、ビッグデータ分析を用いた学習施設の評価手法を開発する。これは、BluetoothビーコンとPDR測位端末（スマートフォン）を用いた、受信電波の強度に基づく精緻な位置測定手法であり、工場や販売店における人員配置管理や、大空間の導線管理などで既に実用化されている技術である。本研究で用いる屋内測位システムは、2017年時点の最新式であり、測位誤差が最小50cm程度の高精度なものである。

最後に、作成したデータベースおよび手法

に基づいて、施設の学習効果を向上させる提案と実装を行う。施設見学（学習）のストーリーが重要であるという仮説に基づき、ストーリーに基づいた学習を実現するためのナビゲーションアプリを開発し、実証実験においてその効果を検証することとする。

4. 研究成果

施設データベースの開発において調査対象とする施設は、総務省消防庁等が公開している既存施設リストに、筆者らがインターネット調査および施設関係者への聞き取りを通じてリストアップした全国229箇所とした。質問項目を表1に示す。施設データベースを作成するに当たり、極力定量的に評価可能な項目を重視して選定した。例えば、来館者に関する指標として居住地や年齢を調査したが、その根拠となる情報元（アンケート表なのか、一部への聞き取りなのか、等）についても調査し、出来るだけ同一条件で比較できるように考慮した。この調査は2017年8月に郵送法により実施し、有効回答率は120通（52.4%）であった。

表1 質問紙調査の項目一覧

1. 施設の基本属性に関する項目	(1) 設立年月	3. 施設の展示内容に関する項目	(1) 対象の災害
	(2) 設立の契機		(2) 延床面積
	(3) 運営体制		(3) 展示面積
	(4) 維持管理費		(4) 建物階数
	(5) 広報手段		(5) スタッフ人数
	(6) 開館時間		(6) 展示見学の有無
	(7) 入館料		(7) 誘導の仕組み
2. 来館者に関する項目	(1) 年間来館者数	(8) 見学動線	
	(2) 来館者居住地	(9) リニューアル	
	(3) 来館者年齢		

本稿では紙面の都合上、主要な結果の概要を示す。図1は施設の設立年と設立契機の関係を示している。横軸は設立年を5年間隔（ただし左端のみ50年間）で表し、縦軸は該当する施設数を、棒グラフの凡例は設立の契機となった出来事を表している。阪神淡路大震災を契機とする施設が災害後の10年間に相当する1995年～2004年に合計9件設立したのに対し、東日本大震災を契機とする施設は2017年までに3件とやや少ない。この理由の一つには、災害規模が大きく復旧が充分でないことや、もともと人口減少地域であり施設の新設が進まない事が考えられる。施設更新を契機とする6件は全て消防関連施設の新設または立替に伴う、機能追加（学習コーナーやフロアの設置）であった。これは、消防の広域化に伴う事業において、国の補助金の条件が市民向けの教育機能を有することであった事によると想像される。また施策事業18件のうち8件は国交省（旧国土庁、旧建設省）の事業であり、さらにそのうち4件は1978年の防災基地建設モデル事業が挙げられた。このように、施設が設立する経緯は、大規模災害をはじめとしつつ、施策によるものも決して少なくないことがわかる。

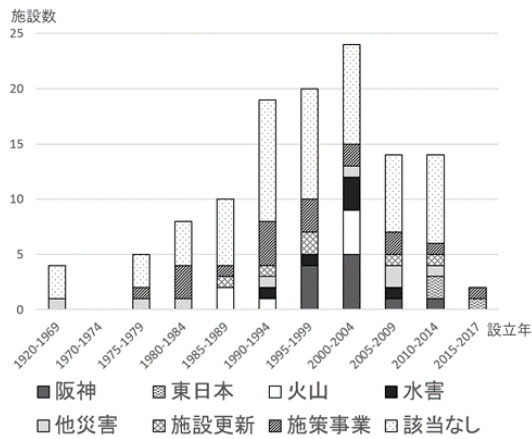


図1 施設の設立年と設立契機の関係 (N=120)

図2には、施設の年間維持管理費と運営主体の関係を示す。横軸が等間隔で無いことに注意が必要である。年間維持管理費が100万円未満の10施設のうち、個人が運営するものが2件、NPOが1件、市町村が6件、都道府県が1件となっている。維持管理費は学習に関わる人件費を含むものとして質問しているので、この場合は展示を専任とするスタッフがおらず、役所や消防の職員が本務の一部として施設を運用していると考えられる。一方、年間維持管理費が1億円を超えるような施設でも、パンフレットやWebの情報から伺える「実際の展示規模」が小さい場合があり、この場合は展示専任者以外の人件費や運営費等が加算されていると考えられる。展示規模と維持管理費の関係については後に考察するが、様々な形態を有する施設に対して統一的な調査を行うことの難しさが浮き彫りとなった点でもある。

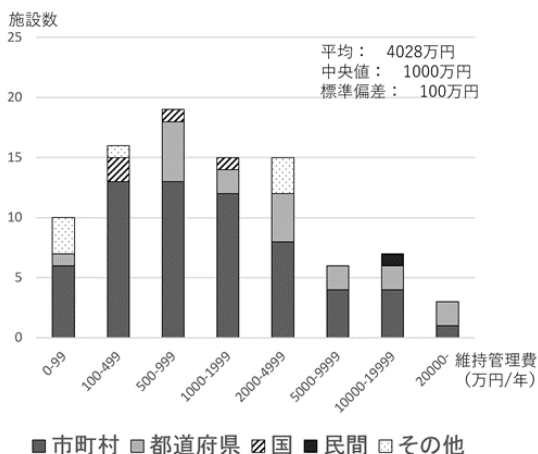


図2 施設の維持管理費と運営主体の関係 (N=91)

図3には、年間来館者と運営主体の関係を示す。同じく横軸は等間隔ではない。年間来館者5000人未満の施設には、消防研修施設等の一角が学習コーナーになっているなど実際の展示規模が小さいものと、展示規模は

小さくないが来館者が少ないものがあり、後者は広報や展示内容等に課題を有する可能性がある。すなわち、運営のうまくいっていない施設である。逆に、年間来館者が10万人を超えるような施設の中にも実際の展示規模が小さいものがあり、その中には運営がうまくいっている施設と、例えば複合型施設の一部が防災学習コーナーになっている(来館者を全体でカウントしている)場合が該当する。これも、施設が様々な形態を有するが故に起こる比較の難しさと言え、相互比較の際には類型化が欠かせない事が明らかになった。

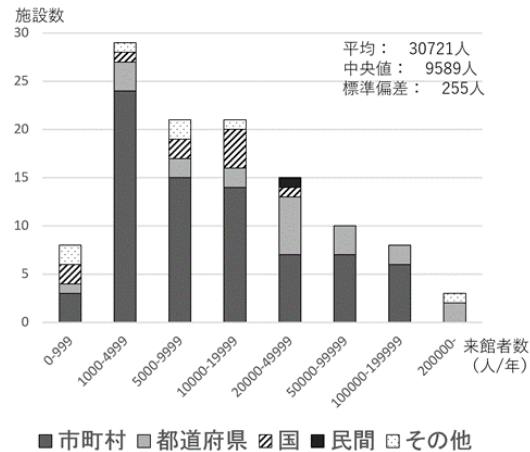


図3 施設の来館者数と運営主体の関係 (N=115)

図4には、展示面積と運営主体の関係を示す。こちらも横軸は等間隔ではない。展示面積については先の維持管理費や来館者数と異なり、展示面積が1000㎡以上の施設はいずれも実際の展示規模が大きい事がWeb等から確認できた。なお、ここでの展示面積とは「防災に関する展示」に限ったものであり、これが相対的な比較を可能とする事に寄与している。よって、以降では「施設規模」の指標として(防災の)展示面積を基本に用いることとする。

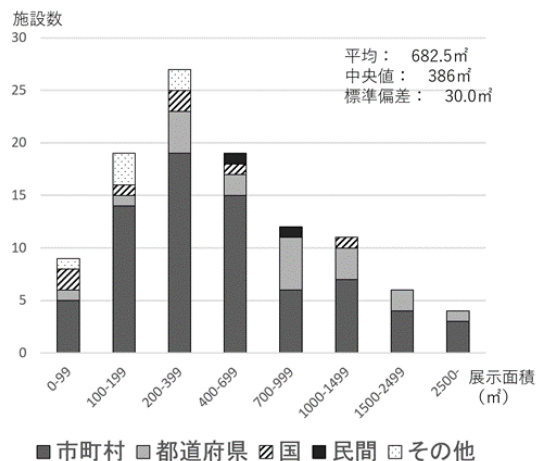


図4 施設の展示面積と運営主体の関係 (N=107)

図5に、展示面積別の、維持管理費と来館者数の関係を示す。維持管理費と来館者数は大まかには相関があるように見えるが、これまでの考察の通り、維持管理費と展示面積の一方または両方が大ききとも、実際の展示規模が大きいとは限らない。従って、3つの指標を複合的に評価する必要があると言える。ここで、施設を運営形態に基づいて分類したところ、「消防併設型」と「単独型」に分類された施設では、維持管理費と来館者数の相関が図5よりも改善し、相関係数は全体的場合が0.86、消防併設型に限った場合0.92、単独型に限った場合0.96であった。このように、実態に基づく施設の類型化によって、ある程度施設同士の相互比較が可能になったといえる。

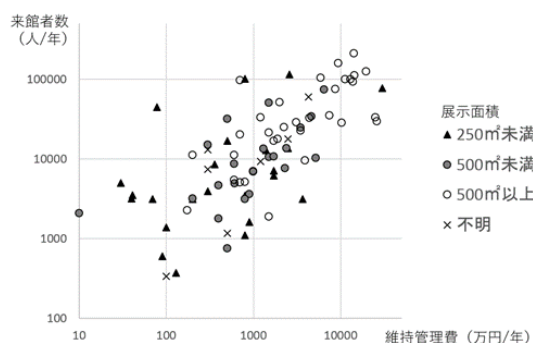


図5 維持管理費と来館者数の関係 (N=88)

続いて、現行の施設がどのように利用されているかを詳細に把握する事を目的に、屋内測位技術を用いた見学者のセンシングを行った。計測フィールドは名古屋大学減災館であり、年間1万人程度が来館する施設である。屋内測位技術には様々な種類があるが、本研究では位置精度に優れたBluetoothビーコン(発信機)とPDR測位端末(センサー)を用いた手法を用いている。図6にBluetoothビーコンの配置を示す(赤:壁面、緑:天井)。

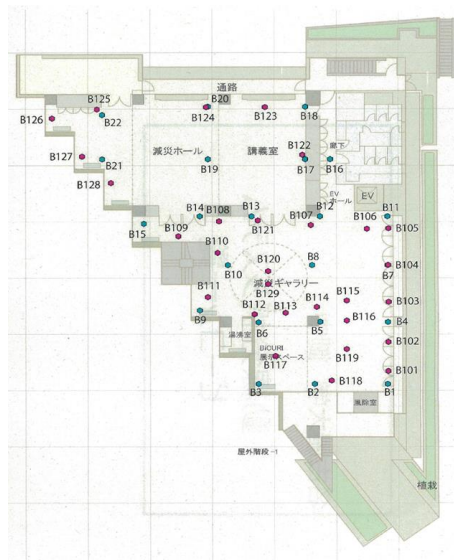


図6 Bluetoothビーコン配置図(減災館)

Bluetoothビーコンからは常時微弱な電波が発信されており、来館者が携帯するPDR測位端末で受信するとともに、各センサーからの電波強度の差を用いて現在地を割り出すものである。

屋内即位によって得られた来館者行動の例を図7に示す。ある開館日に来館した50人の来館者のうち、別々に行動する4名に対しPDR端末を携帯してもらい、5秒おきの位置をプロットしたものである。同一フロアにおいてもエリア毎に滞在時間の偏りが大きいことが示されており、よく見学される展示物とそうでない展示物(エリアB)があることがわかる。またエリアAは入り口から続く動線であるが、足を止めて学んでいない事もわかる。したがって特定の内容が十分に学習できていない可能性がある。他方、案内誘導または目立つ解説を有する一部のエリアは全員が十分な時間をかけて見学できている事もわかる。ここから、施設構造上の動線や案内表示だけでなく、来館者をすべてのエリアへと漏れなく誘導するような仕組みが求められる。

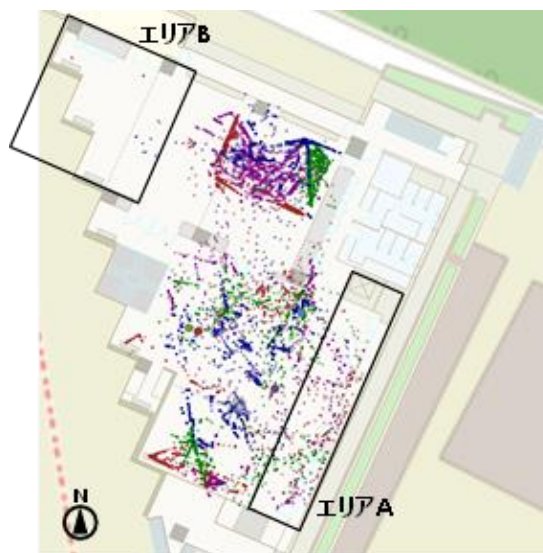


図7 ある1日における来館者4名の動線

来館者を誘導する仕組みとしてポピュラーなのは、スタッフによる見学ツアーである。スタッフがガイドをしながら施設内を巡る方式であり、前述のアンケートでも運営のうまくいっている施設の多くで実施されている。しかしながら、ツアーには人員が必要であり、定常的なコストアップに直結するため既存施設への導入は難しい。そこで本研究では、スマートフォンアプリケーションによる来館者誘導システムを開発した。図8にスマートフォンアプリケーションの基本画面を示す。テストフィールドには同じく減災館を選定し、アプリケーションを起動すると地図が表示され、見学エリアの配置が示される。各エリアを訪問すると解説動画が視聴でき、訪問済みのエリアにはチェックマークが付くため、漏れを防いでいる。

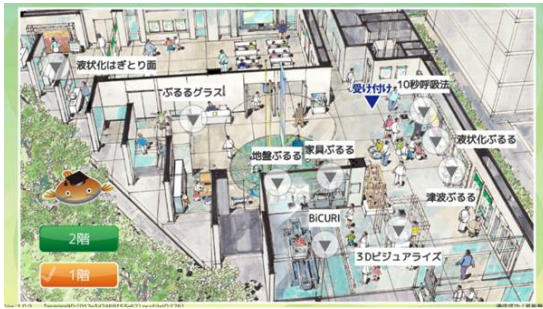


図8 誘導アプリケーションの画面

また、来館者の学習効果を測定するために各エリアの学習内容に即したチェッククイズを作成し、アプリケーション利用者と非利用者の回答結果を比較した。アプリケーション利用者の回答数は43人、未利用者の回答数は40人だった。

それぞれの合計点数を図9に示す。左のグラフが利用者、右が未利用者を示しており、アプリケーションは学習効果の向上に繋がっていると考えられる。また設問毎の正答率を図10に示す。特に注目すべきは、図7におけるエリアBに関連する問題の第10問である。利用者の正答率が67%に対し、不利用者は28%と大きく差があった。エリアBへのアプリ未利用者の到達率がほぼ0と想定されるのに対し、アプリケーション利用者の到達率は37%であった事が、この結果につながったと考えられる。なお、回答者の年齢についても予備的に調査したが、スマートフォンを用いたため、利用者の集団の方が10代の割合が多く平均年齢が低かった。また年齢別の正解率では10代が他の年代よりもやや低い傾向が確認された。したがって、アプリケーション利用者の特典が未利用者を上回ったのは、やはりアプリケーションによる学習効果の向上の影響が考えられるといえる。

なお、本研究で開発したアプリケーションは、表示されるマップやエリアの解説動画を容易に変更でき、汎用的に活用可能なシステムである。施設において見学順路が存在する場合は、次に訪れるエリアを指定する等の表示も可能である。この手法を用いれば、コストを抑えつつ、既存施設の学習効果を向上させることが出来ると考えられる。

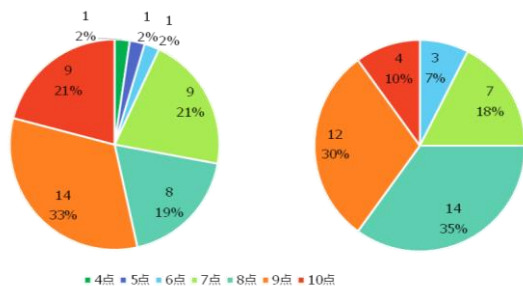


図9 チェッククイズの正答数
(左：アプリ利用者 右：未利用者)

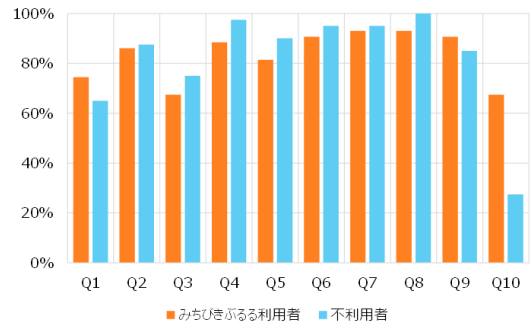


図10 設問毎の正答率
(橙がアプリ利用者 水色が未利用者
Q10がエリアBの設問に該当)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

- ① 倉田 和己, 福和 伸夫, 質問紙調査に基づく全国防災学習施設データベースの開発, 日本建築学会学術講演梗概集, 査読無し, 2018, 印刷中
- ② 高橋花野子, 倉田 和己, 福和 伸夫, 防災・減災啓発施設の利活用による学習効果の評価に関する探索的研究, 日本建築学会学術講演梗概集, 査読無し, E-2 分冊, 2017, pp. 2-3

〔学会発表〕(計3件)

- ① 倉田 和己, 質問紙調査に基づく全国防災学習施設データベースの開発, 日本建築学会大会, 2018
- ② 高橋花野子, 防災・減災啓発施設の利活用による学習効果の評価に関する探索的研究, 日本建築学会大会, 2017
- ③ 倉田 和己, 屋内測位技術を用いた防災啓発施設効果測定を試み, 日本教育工学会全国大会, 2016

6. 研究組織

(1) 研究代表者

倉田 和己 (KURATA, Kazumi)
名古屋大学減災連携研究センター
特任准教授
研究者番号：50579604

(2) 研究協力者

高橋 花野子 (TAKAHASHI, Kayako)