

帰宅困難者対策を実効性あるものとするための ICT 技術 ～京都モデルにおける観光客防災の取り組み～

立命館大学 学長
仲谷善雄

1. 観光客と災害

2011 年の東日本大震災において、東京をはじめとする首都圏における 515 万人もの帰宅困難者が大きな社会問題としてクローズアップされた。2018 年の大阪北部地震においても、大阪を中心とする地域での帰宅困難者が問題となった。このとき、鉄道では全線一斉復旧を図ったこともあって運転再開までに時間を要し、影響を受けた人数は JR だけで 240 万人、私鉄 5 社で 200 万人、地下鉄で 105 万人とも言われている（写真 1）ⁱ。



写真 1 JR 大阪駅近くで線路を歩いて駅に向かう帰宅困難者（筆者撮影）

帰宅困難者には、通勤・通学者と観光客が含まれる。一般的には両者を一括して議論することが多いが、両者は異なる。通勤・通学者は周辺の地理をある程度は把握できているため、鉄道が運行停止の場合でも、代替交通手段の検討や徒歩による帰宅の危険

性の判断ができる。避難所に避難する場合にも距離、ルート、建物条件などに関してある程度の知識が期待できる。場合によっては職場や学校で留まるという選択肢も検討できる。一方、観光客は、多くの場合は地理不案内で、どこが避難所となるかも知らず、そこまでの距離やルートも具体的にイメージできない。通信手段が途絶してスマートフォンなどが使えなければ、移動したくても移動手段を判断できず、宿泊先も探せない。通勤・通学者に比べて不安が大きいと言える。加えて、外国人観光客の場合には言葉の壁が大きく立ちはだかる。SNS (Social Networking Service) で情報共有が図られても、日本語だけで行われれば、外国人観光客には意味を持たない。

2. 京都市での観光客防災

我が国の代表的な観光地として京都が挙げられる。京都市は世界的な観光地であり、2017年度には5,362万人もの観光客が訪れたⁱⁱ。その内、外国人観光客(宿泊者)は353万人、修学旅行生は112.6万人を占める。一日当たりの観光客数は14.5万人となり、最盛期の11月には一日20万~30万人にもなる。

このような観光地を地震などの災害が襲ったらどうなるだろうか。我が国は地震などの災害が多い国で、世界で発生するマグニチュード6以上の地震の2割強が日本で発生している。実は世界的に防災は住民が主な対象とされてきた。そのため京都市でも、かつては、観光客や住民票を移していない下宿生などは守るべき人の数に入っていなかった。このような状況が変わったのは2005年であり、後述のように、筆者らの提案がきっかけであった。現在においても、市レベルで観光客を対象とした防災が本格的に実施されている都市は京都市以外には見当たらない。その意味で世界初の取り組みと言え、「京都モデル」と呼んでいる。観光客の特性を考慮して、世界に先駆けて対策を施すことにより、安全性をアピールできると期待されると同時に、観光客の混乱を防止することにより、市民の安全と災害初期対応のスムーズな実施を確保できる。以下では、京都モデルにおける観光客防災の取り組み内容を紹介するとともに、そこで実現される避難誘導に資することを目的として我々が研究開発している情報システムについて紹介したい。

3. 京都モデル

これまで観光地では、災害の発生を前提とした対策を公表し、防災をアピールすることは、観光客に対してマイナスイメージを与えてしまうのではないかという危惧の下、忌避されてきた。しかし実際にはこの心配は杞憂でしかなく、むしろ逆に、災害時の観光客対策を充実させることは、観光客に安心感を与える効果があるとともに、災害で多数の被害が起こった場合の観光客離れを考えると、観光客だけではなく観光地の側にとっても非常に重要なのである。大規模災害が発生すると、たとえその観光地

が直接的な被害を蒙っていないなくとも、「何となく危なそう」という心理が働き、宿泊施設の予約キャンセルなどの観光手控え行動が広く見られる。東日本大震災でも、原子力発電所被災の風評被害があり、被災地から遠距離の京都市でも外国人観光客が激減した時期があった。観光客を災害から守ることをキャッチフレーズにすることによって、観光地としての評価を上げられるとともに、観光で生活している観光地の住民の生活を守ることにつながる。今後、世界的な災害大国である我が国が国際競争力のある観光立国を目指すためには、観光客に安心して観光を楽しんでもらえるように、災害時の観光客対策の推進とそのアピールは不可欠であり、当然の責務である。

京都市の災害時観光客対策の取り組みは東日本大震災よりも前、2005 年から始まった。この年、京都市消防局からの調査研究助成事業の中で、筆者は京都大学の矢守克也助教授（当時）と、京都市消防局に対して以下のことを提案したⁱⁱⁱ。

- ① 観光都市である京都市では観光客を対象とした防災が非常に重要であること。
- ② 市内周辺に散在する観光地から観光客が一斉に市中心部の鉄道駅に集まることは、観光客自身にとって危険であるばかりでなく、群集流によって緊急車両の通行や住民の避難が妨げられること（図 1 左）。
- ③ したがって、災害発生直後には、観光地あるいは観光地の周辺に観光客を留め置き、鉄道再開後に順次駅に誘導する段階的避難誘導方法が有効であること（図 1 右）。
- ④ 観光客を留め置く場所は、住民の避難所とは別の場所にする。

京都市はこの提案の重要性を認め、それ以後、筆者らの計算機シミュレーションに基づいて、観光客が一斉に駅に向かうとどのような状況が発生しうるのか、段階的避難誘導を実施することの効果などを検討した。それに基づいて、観光客を留め置く具体的な候補地も検討した。そのような動きの中で東日本大震災が発生した。

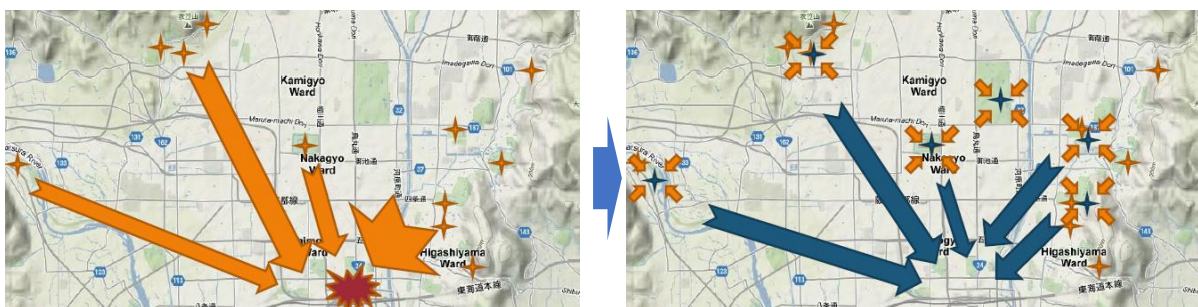


図 1 周辺観光地から市中心部の駅への集中（左）を回避する段階的避難誘導法（右）

京都市では、東日本大震災を受け、すぐさま地域防災計画を見直した。各種の防災施策を「ひと」「情報・手段」「もの」という観点から大別した 3つの部会において、避難所の開設・運営、防災訓練、物資調達、情報、都市基盤施設の耐震化等の各課題に関する現状把握と今後の方向性等について検討を行った。その結果、帰宅困難者対策を

中心に130項目に及ぶ対策を提言した^{iv}。これを受けて、翌2012年から観光地対策協議会、事業所対策協議会、ターミナル周辺対策協議会からなる観光客防災「京都モデル」を推進することになったのである。

観光地対策協議会では、2012年度に観光現場で観光客数調査を行うとともに、地元商店街、寺、神社、ホテル・旅館などの関係者を組織化し、基本的な考え方の共有を図った上で、避難誘導マニュアルの雛型を策定した。2013年度に祇園・清水地域と嵯峨・嵐山地域をモデル地域に選んで、以下のことを決めた。

- ① 清水寺、高台寺、天龍寺、国立博物館などの大規模な空間を持つ施設を、観光客を一時的に収用する「緊急避難広場」として定め、それらの施設と協定を締結すること。
- ② 京都市職員は発災直後には現場にかけつけることは難しいため、現場での観光客の誘導には地元商店街、寺、神社などが当たらざるをえないこと。
- ③ 宿泊の必要がある場合には、被災していないホテル・旅館・寺社などの空きスペースを観光客用に確保することとし、それらの宿泊施設と「一時滞在施設」として協定を締結すること。
- ④ 京都市と緊急避難広場および一時滞在施設との連絡網を確保するため、防災無線やPHSを配備すること。
- ⑤ 一部の緊急避難広場は、京都市からの情報を観光客に提供する情報拠点とすること。

これらを受けて緊急避難広場および一時滞在施設となる施設と協定を締結した。2014年度には、対象2地域を関係者と現地確認し、総合防災訓練の中で、祇園・清水地域において大規模な観光客避難誘導訓練を実施した（写真2）。また京都市全域に緊急避難広場および一時滞在施設を展開できた。情報提供の面では、観光用の無線LAN網KYOTO WiFiを利用して、災害時に多言語で災害・被災情報を提供するシステムを導入した。さらに観光客を緊急避難広場に誘導するための道路標識を設置し、また観光客向けのパンフレットも作成した。それ以降、毎年、東本願寺、東寺、伏見稲荷大社、天龍寺などで避難誘導訓練と緊急避難広場・一時滞在施設の開設訓練を実施してきている。それらの取り組みの中で、2017年度の東寺における多言語による避難誘導訓練において、地震発生時に身を守るシェイクアウト訓練に参加した外国人が、瓦が落下する危険性のある門の軒下で身をかがめる行動をとることが確認された。外国人観光客向けに、災害に関する知識の伝達をすることの重要性が改めて認識されたわけで、上記のKYOTO WiFiを利用したシステムでは、多言語で災害に関する情報を提供している。



写真 2 清水寺の仁王門前での避難誘導訓練の様子（筆者撮影）

事業所対策協議会では、市内に存在する 100 の事業所を、工場を有する大企業、ホテル・旅館、大規模集客施設、主要な大学・高校の 4 つの部会に組織し、「帰宅困難者を出さない」方策について検討した。すなわち、

- ① 鉄道を利用して帰宅する従業員や学生はその場に留め置くこと。
- ② 最大 3 日分の備蓄を備えること。
- ③ 統一的な帰宅困難者対策ガイドラインを策定して共有すること。
- ④ 各事業所はそれぞれの事情に照らして可能な対策から順次、検討実行すること。
- ⑤ それぞれの事業所だけで対応を考えるのではなく、地域継続計画（District Continuity Plan：DCP）やコミュニティ継続計画（Community Continuity Plan：CCP）の考え方⁴に基づいて、近隣の事業所や地域との連携を念頭に置くこと。

100 もの事業所のベクトルを合わせることは容易ではない。そこで、協議会として、高いレベルの一律の対策を強いるのではなく、それぞれの事情を勘案して、できることから実行すること、各事業所で無理なことは他の事業所や地域として取り組んでいくことを強調し、まずは前に進むことを重視した。その結果、大学での学生の安否確認システムの導入や、教職員・学生による避難訓練などが行われるようになった。2013 年以降は、年 1 回の情報共有の場として研修会が開催されている。

ターミナル周辺対策協議会では、観光客の 3 割強が利用する JR 京都駅の周辺対策を検討してきた。観光地対策協議会と事業所対策協議会で検討・実施する対策によって一定程度の観光客や通勤・通学者は駅に向かわないと期待されるが、それでも駅に向かう人はいると思われる。そもそも駅周辺には十万人もの人がいる。そこで、鉄道会社や駅周辺の大規模施設をメンバーとして、①災害時の一斉帰宅の抑制と駅および周辺の人達の緊急避難広場への誘導、②周辺施設に避難者を収容するスペースの確保、③地域の合同訓練の実施、を柱とした活動を行ってきた。2013 年には都市再生特別措置法に基づいて京都駅周辺地域都市再生緊急整備協議会が設置され、本協議会はその下

で都市再生安全確保計画部会として活動している。まず京都駅周辺地域都市再生安全確保計画を作成し、基本方針を共有した。2014年度以降、JR東海、JR西日本、近鉄、地下鉄、駅ビル、京都市が参加して、JR京都駅構内で乗客の避難誘導合同訓練を実施している。また駅および駅周辺に滞留している来訪者を安全に避難誘導するプロセスを図上訓練でシミュレートし、意見交換や避難誘導の見直しを行っている。

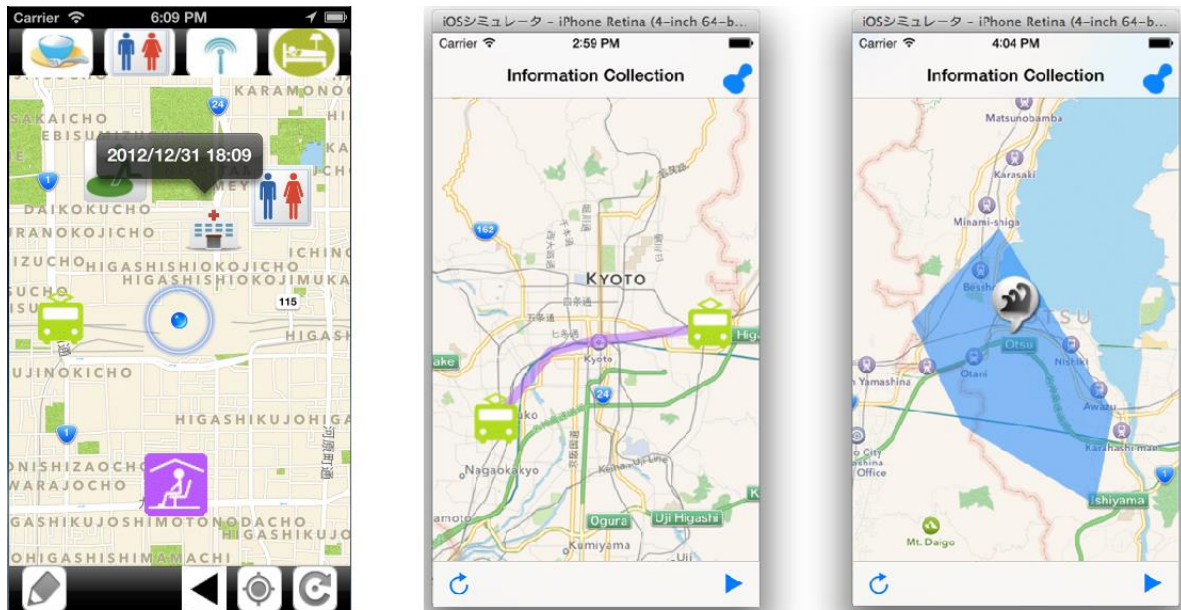
現時点で京都モデルは、ハードウェア的には一定の到達点に達したと言える。しかし、ソフトウェアの面では今後課題が残っている。例えば、緊急避難広場の観光客を鉄道の運行再開後にどのような順番やタイミングで誰が駅に誘導するのか、一時滞在施設に収容する際に誰を優先するのか、などの課題がある。また大阪北部地震の際には、駅付近で待機する要介護者や高齢者の収容施設の確保、緊急避難施設が上階にある施設における停電時対応、一部の鉄道だけが運休した場合の対応などが新たな課題として浮き彫りになった。また、観光地が対策を考えても、肝心の観光客が避難誘導に従わずに勝手な行動をとっては対策の意味がない。京都市に観光に来て被災したら京都市の誘導に従う、ということを観光客に強くアピールする活動が必須である。

4. 関連する情報システム

本章では、上記のような段階的避難誘導を支援する情報システムとして筆者らが研究している例をいくつか紹介する。

(1) ピクトグラムを用いた無言語情報共有システム

日本語を使えない外国人にとって、SNSでどれほど情報共有が図られても、母国語での情報提供が必須である。観光庁は80もの言語に対応したポータルサイトを運営しているが、一般の自治体の限られた人員の中で同じ対応をすることは現実的ではない。そこで、多言語化とは逆方向のアプローチ、すなわち言語を用いずに、絵文字（ピクトグラム）や図形で情報共有が可能なスマートフォンアプリを提案した^{vi}。言語による情報の表現やシステム・メニューをなくし、電子地図をベースとして、被害地点、情報や救護の得られる場所などの地点情報（0次元）をピクトグラムで入力できる（図2(a））とともに、鉄道の復旧区間（1次元情報）や被災地域（2次元情報）などのエリア情報を、少ない操作数で指定できる（図2(b））。0次元情報は、対応するピクトグラムを選択するだけで、地図上の現在地点（画面中央）に表示される。1次元・2次元情報は、多角形を用いて範囲指定できる。入力された情報はすぐに他者と共有される。



(a) 0次元情報

(b) 1次元情報および2次元情報

図2 ピクトグラムを用いた災害情報共有システムの画面例

(2) 被災者と支援者を結びつけるサービス

被災した観光客が支援を要する状況に陥っている場合には、周囲からの支援を求められる環境が必要である。しかし観光客、特に外国人観光客は、土地や言語に不案内で、知人も少ないと思われるため、安心して支援を求めることが難しい。そこで、被災観光客のニーズ（支援要請）および現在位置と、支援候補者の属性（あらかじめ SNS に登録された職業、特技、住所など）および現在位置のマッチングを行って、被災観光客を支援するボランティア集団をネットワーク上で組織するシステムを提案した^{vi}。被災観光客は被災状況に応じて緊急度を判断され、緊急度の高い順に支援対象となる。支援者側は、被災観光客の現在位置からの距離、支援できる内容とニーズのマッチ度などによって優先順位が付けられ、最終的には被災観光客が選択する。選ばれた支援者は、距離が近ければ駆けつけて支援を行い、遠ければネットワークを通じて支援する。

(3) 観光客の行動モデルに基づく避難誘導方法の評価ツール

段階的避難誘導法を実施するためには、広さや備蓄の観点から、どの緊急避難広場に何人程度の観光客を収容するかの計画を、あらかじめ決めておく必要がある。そのときに、どの地点でどのような誘導を行えば、計画通りの観光客数になるかを評価しておく必要がある。そのため、観光客の心理的要因を考慮した避難行動モデルを作成し、様々な誘導方法を実施した場合に市内全域の観光客の動きがどのようになるのか

を計算機上で模擬できるシミュレータを開発してきている^{viii}。具体的には、姫路城における観光客の避難行動パターンに関する先行研究を参考にして、以下のようなモデルとした。ある地点に誘導者がいる場合にはすべての観光客が誘導の指示に従う。誘導者がいない場合、各人は確率 0.20 で誘導に従わず、その地点の最寄駅に向かう。また確率 0.32 で周囲の人の行動に合わせようとする。この人々は、確率 0.20 で最寄駅に向かう。不従順者の発生場所はルート上の主要交差点としているが、変更可能である。不従順者発生場所には、画面から避難誘導員を配置することができる。



図3 避難誘導を行わない場合の計算機シミュレーションの例

図3に、避難誘導を行わない場合のシミュレーション例を示す。ここでは、清水寺方向からの観光客の多くがJR京都駅に向かっているが、その一部は、JR京都駅に向かう途中に見えた私鉄の駅に向かい、そこに滞留している状況が模擬できている。このようなシミュレーションを様々な状況や誘導方法について実施した結果、誘導員を適切な場所に配置することにより、計画通りに緊急避難広場に誘導できることを示すことができた。今後の課題としては、緊急避難広場や一時滞在施設にいる観光客を、鉄道の運行再開時に、どのような手順で駅に誘導するかの検討などがある。

(4) 人数変動に応じた避難先再割り当て手法

それぞれの緊急避難広場の収容人数は、観光客人数データに基づき事前検討しており、その結果に基づいて、どの地域にいる観光客をどの緊急避難広場に誘導するかの

計画をあらかじめ決めている。商店街の誘導担当者は、この計画に沿った誘導を実施する。しかし観光客数は時間や季節によって大きく変動するため、あるいは避難誘導に従わずに周囲の人の動きに追従してしまうために、特定の避難所に多数の避難者が向かうなどの状況が生じる場合がある。そこで、事前の避難先割り当て計画に問題があることが判明したときに、収容可能人数を超えた避難所については再割り当てを行う手法を提案した。平常時に各地点の混雑度情報を収集して分析し、各地点での時間や季節による人数の変動率を算出しておく^{viii}。避難誘導時に大きな変動率が予測されている状況では、その予測に基づいて、混雑度に応じた避難先最適化の再計算を実施する。ただ、再計算された結果を現場の避難誘導者に迅速かつ的確に伝達する手法に検討課題が残る。

5. あとがき

京都市で実施している段階的避難誘導法と、その社会実装のための取り組み、および実効性のある計画にするために必要な情報システムの研究について紹介した。まだ課題は残っているが、大枠は構築できたと考えている。今後は、実際の運用や計算機シミュレーションなどを通して、より実効性の高い施策にして行きたい。

【参考文献】

- i 産経新聞、【大阪北部地震】鉄道、帰宅困難、ライフライン…浮かび上がった「想定外」、都市機能復旧に課題、6月25日、朝刊、2018
- ii 京都市産業環境局、京都観光総合調査 平成29年（2017年）1月～12月、2018
- iii 仲谷善雄（研究代表）、京都市防災危機管理対策調査研究助成事業報告書「緊急時における住民以外の人々の避難誘導のあり方に関する研究」、2006年3月、2006
- iv 京都市防災対策総点検委員会、京都市の防災対策総点検 最終報告、2011
- v 山本佳世子、計画科学の立場からの災害対策の評価、横幹、第11巻、第2号、pp.100-109、2017
- vi 仲谷善雄、観光客を対象とした防災情報システムの動向、特集「ツーリズムにおけるシステム情報通信技術」、システム／制御／情報、第60巻、第4号、pp.160-165、2016
- vii 観光都市・京都、数万人の観光客を安全に避難させられるか？、RADIANT（立命館大学研究活動報）、Issue #2、特集：災害と生きる、2016
- viii 北村一博ほか、スマートフォンセンサから抽出した混雑度と地図情報を用いた人数推定手法の開発、第60回システム制御情報学会研究発表講演会（SCI'16）、pp.1-6、2016