

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17K01287

研究課題名（和文）市街地火災時の安全な避難を目指した住民の初期消火活動効果とその限界に関する研究

研究課題名（英文）The effect and the limit of inhabitants' initial fire fighting activities securing their safe evacuation in case of post-earthquake fire

研究代表者

糸井川 栄一（Eiichi, Itoigawa）

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：80334027

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、地震火災に対する消火活動に従事する消火班の初期消火活動による地域住民の避難リスク低減と、消火班の避難遅れによる避難リスクの増大のトレードオフ構造を分析することにより、避難開始の限界時間を明らかにすることである。

東京都の延焼危険の高い避難圏域を対象に分析した結果、高い出火密度では、消火班が遅くまで警戒活動・消火活動を実施しても、地域住民の避難リスク低減には限界があり、消火班にとっては避難リスクが急激に大きくなることになった。このことから、消火班は比較的早期に自身の避難をする必要があることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地震火災時における避難リスクや消防力運用について研究を実施している研究者はきわめて少数である。本研究の研究成果は、市街地火災時の避難リスクと火災状況の関係、ならびに住民の初期消火活動がもたらす避難リスクのトレードオフ構造を分析し、住民の初期消火活動従事の適切性、ならびに住民の初期消火活動従事への限界時間等、これまで明らかにされてこなかった点を究明したことに大きな特徴と独創性がある。今回の成果によって、人命の安全を確保するために効果的、優先的に講ずる対策を明らかにすることが可能となり、我が国の地震火災対策に貢献することができた。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to analyze the trade-off structure between reducing the evacuation risk of local residents by the initial fire extinguishing activities of the fire extinguishing team engaged in fire extinguishing activities against earthquake fires and increasing the evacuation risk due to the evacuation delay of the fire extinguishing team. And to clarify the time limit for starting evacuation.

As a result of analysis targeting evacuation areas where there is a high risk of fire spread in Tokyo, it became clear that even if the fire extinguishing team carried out alert and fire extinguishing activities until late, there was a limit to reducing the evacuation risk of local residents, and the evacuation risk for the fire extinguishing team increased sharply with a high fire density case.

研究分野：都市防災計画

キーワード：地震火災 初期消火活動 広域避難 避難限界時間 避難場所

1. 研究開始当初の背景

大都市直下の地震の切迫性が指摘され、甚大な被害が発生することが想定される¹⁾。想定では、強い地震動に伴う家屋被害に加えて、同時多発火災に伴う市街地火災によって、建築物の焼失被害ならびに火災に起因する人的被害が支配的になることを指摘している。

しかしながら、これまで人的被害想定では、市街地の状況が現在とは相当異なる過去の大規模火災時の人的被害状況を参照し、統計的にみれば有意とは言えない情報を加工して、世帯焼失率等から火災からの逃げ惑いによる死者率を推計している。避難場所の整備、延焼遮断帯等の現代市街地の防災構造化の現状や、初期消火率向上に寄与する住民の初期消火行動への参加がもたらす影響は考慮されていない。つまり、被害想定は現状は、十分な根拠に基づいたものとは言いがたく、また、現実の市街地構造や防災対策を反映したもとはなっておらず、ここには明らかにせねばならない大きな4つの課題がある。

第1には、現代市街地とは相当都市構造が異なっている過去の大火事例を参考に、現代市街地の市街地火災時の人的リスク想定に当てはめていることによる、人的被災リスク評価の精度の問題である。第2に、市街地火災時の住民の避難意向と初期消火活動参加意向は、ほとんど明らかにされていない事である。第3に、人的被災リスクの不確実性の問題である。さらに、第4の重要な課題として、消火活動による避難リスクの低減と、消火活動による避難開始の遅れがもたらす避難リスクの増大のトレードオフの問題がある。この課題はこれまで全く研究されておらず、阪神・淡路大震災以降、地域住民による初期消火能力を高めることの重要性が指摘され、各地で機材整備と消火訓練が活発化している。しかし、住民による初期消火が多大な時間を要する場合には、たとえその一火災の消火に成功しても、その周辺で発生している多くの火災が延焼拡大し、即時避難の場合よりも住民の避難が困難になる可能性がある。初期消火による避難リスク低減と、消火活動による避難開始の遅れがもたらす避難リスク増加の間には、一定のトレードオフ構造が存在すると考えられる。初期消火活動を行う事が妥当なのか否か、初期消火活動を行う場合には、いつまでならば活動をする事が可能なのか、それはどのような状況であるのか、「初期消火活動の観点に基づく安全な避難のための避難開始の限界時間」を見極めることが重要である。

2. 研究の目的

以上の観点から、本研究は、大規模地震後の市街地火災時の住民の避難行動意図と初期消火活動意図に関する意識構造を明らかにした上で、都市構造と火災条件に応じて「避難開始の限界時間」を地区別に導出するモデルを構築し、避難行動意図・初期消火活動意図と限界時間から人的被害リスクの現状を評価する。さらに、住民の初期消火活動による避難リスクの低下と消火活動に起因する避難開始の遅れによる避難リスクの増大のトレードオフ構造を分析し、初期消火活動からみた避難開始の限界時間（避難限界時間）を明らかにする。

本稿では、紙面の都合上、都市構造と火災条件に応じて「避難限界時間」を地区別に導出するモデルとそのシミュレーション結果について報告する。

3. 研究の方法

(1) 避難限界時間の算出について

本章では、既存研究で用いられていた手法も踏まえた本研究における避難限界時間の算出方法について概説する。

(a) 避難限界時間の算出

避難限界時間の算出に関して、地震火災の延焼拡大に伴う道路閉塞を考慮した手法として、金井・梶²⁾によるダイクストラ法を用いた算出方法に従う。

(b) 延焼クラスタを用いた避難限界時間の算出

「延焼クラスタ」は、地震火災発生後に市街地において相互に延焼拡大する範囲を示す建物群の集合体である。出火時刻から市街地における、火災の時間経過による延焼拡大の状況を延焼クラスタによって示すことで、道路状況と火災の延焼拡大状況を踏まえた上での市街地における道路の閉塞時間を算出することが可能である。

この延焼クラスタの概念が過去に用いられている事例として、加藤ら³⁾の研究では、延焼クラスタを用いたデータベースによって、建物延焼率の算定を行い地震火災のリスク評価を行っている。渋谷・糸井川⁴⁾の研究では街区建蔽率・風速を考慮した延焼クラスタを用いて地震火災のリスク評価を行っている。なお、本研究は渋谷・糸井川⁴⁾で用いられていたものと同様の延焼クラスタを扱い地震火災の避難リスク評価を行う。

延焼クラスタは、各建物の延焼が及ぶ距離である延焼限界距離を定義し、建物間の延焼限界距離と隣棟間隔を比較することで、延焼限界距離の方が大きい場合は隣棟に延焼が及ぶとして、火災が発生した際に一体となって延焼する建物群を示している。

住民の避難を検討する際は、避難経路が火災による輻射熱から安全であるかどうかについても検討する必要があるため、本研究では建築物の延焼から住民が通行できない距離を D_2 （通行不能限界距離）とし、延焼クラスタと同様に通行不能限界距離によって一体となった通行不能となる建物群によって形成される領域を「通行不能領域」と定義する。都市防火総プロ⁵⁾の知見に基づき、木材の着火限界と人体の許容輻射受熱量の関係から、本研究では以下の通行不能限界距離 D_2 を用いて、避難者が通過することができない「通行不能領域」を定義し避難リスク評価を

行う。

$$\text{裸木造： } D_2=12 \cdot (a/10)^{0.442} \cdot \sqrt{4000/2050} \quad [1]$$

$$\text{防火造： } D_2=6 \cdot (a/10)^{0.322} \cdot \sqrt{4000/2050} \quad [2]$$

$$\text{準耐火造： } D_2=3 \cdot (a/10)^{0.181} \cdot \sqrt{4000/2050} \quad [3]$$

$$\text{耐火造： } D_1=0 \quad [4]$$

(D_2 ：通行不能限界距離[m]， a ：建物一辺長)

上記の「延焼クラスタ」とこれから派生する「通行不能領域」を用いることによって、建物からの出火による火災の延焼拡大を考慮し、出火してから道路閉塞までの時間を算出することで、避難限界時間を算出することが可能となる。

(2) 対象地区

本研究では、東京都特別区内の中でも出火危険度の高い地域である荒川北岸・河川敷緑地一帯地域の避難圏域を対象として避難リスク評価を実施する。この避難圏域の特徴として、平坦で荒川河川敷沿いに広域避難場所が指定されているため、地域内の住民にとって避難場所までの距離は全体的に近い。また中央付近に木造密集市街地が存在し、それに伴い面積の大きな「通行不能領域」が存在しており、こういった地域の住民は火災の延焼拡大の危険性が高く、避難限界時間が早いために比較的避難リスクが高いと予想され、避難圏域内でも場所によって消火班の避難リスクにはばらつきがあると考えられる。

本研究で対象とする荒川北岸・河川敷緑地一帯には54箇所の初期消火資器材庫が点在する。各初期消火資器材庫から搬送可能範囲・消火活動可能範囲を生成し、消火活動可能範囲内に出火が発生した場合は、消火班が初期消火活動にあたるものとして考える。

なお、本研究では各初期消火資器材庫の付近に消火班が1隊配置しているものとしており、各資器材庫の最寄りの道路ネットワーク上のノードを消火班ノードとして避難限界時間に着目して避難リスク評価を行う。

(3) 避難シミュレーション・リスク評価

本研究は、避難シミュレーションに基づいた避難限界時間を計算し住民の避難リスク評価を行うことで、消火班がいつまで消火活動を行っているのかを明らかにする。すなわち、避難シミュレーションに消火班の消火活動による出火点の鎮圧の有無を反映させた上で、消火班の避難限界時間に着目した避難リスク評価を行う。本項では、住民が行う初期消火活動と、消火班の避難リスク評価の詳細について示す。

(a) 住民の初期消火活動の流れ

消火班がいつまで初期消火活動を行うことができるのかを明らかにするために、本研究では出火点の鎮圧に要する時間（放水継続時間） t_e をパラメトリックに決定し、シミュレーション実験を実施することとする。 t_e を変更して繰り返しシミュレーション実験を実施することで、消火班にとってより避難リスクの低い t_e を明らかにする。

消火班が放水活動を実施する場合、消火班が放水開始してから t_e だけ放水活動を実施し、出火点の鎮圧でき次第、避難準備に取り掛かる。本研究では放水活動を行った消火班の避難開始時刻を以下の通り定義する。

$$T_s = T_f + 5\text{min} + t_p + t_e + \alpha \quad [5]$$

T_s ：消火班の避難開始時刻

T_f ：出火時刻

5min：出火から覚知に要する時間

t_p ：出火を覚知してから放水活動を開始するまでの準備時間

t_e ：出火点の鎮圧に要する時間

α ：避難準備時間（15min）

(b) 避難シミュレーション

式[5]において住民の初期消火活動を定式化し、その活動を加味した避難シミュレーションを実施した。

放任火災時における避難限界時間の算出

消火班の警戒活動の見切り時間を算出するため、避難シミュレーションによって放任火災時における地域内の避難限界時間の算出を行う。

消火班の初期消火活動の効果の反映

放任火災時の避難限界時間の結果から、一定の避難リスクを考慮した消火班の警戒活動の見切り時刻 T_x を算出し、あらかじめ準備していた出火点データに対して、ある放水継続時間 t_e における初期消火活動の効果の反映する。具体的には、見切り時刻までに出火を覚知した出火点に対して、消火班が放水活動によって延焼拡大を抑止するため、消火対象となった出火点は延焼拡大しないものとする。

消火活動における避難限界時間の算出

初期消火活動の効果の反映した出火点データを用いて再度避難シミュレーションを実施し、消火活動時の避難限界時間を算出することが可能である。この際に、放水活動を行った消火班の避難開始時刻を別途リスト化しておく。

放水活動実施消火班の避難リスクの評価

最後に、リスト内の消火班の避難開始時刻と、避難シミュレーションで得られた消火班の避難限界時間（消火活動時）を比較することで、消火班の放水活動後の避難時の被害率を算出する。得られた被害率と避難不能確率の大小の比較を行い、確保した放水時間が安全であるかどうかを評価する。

(c) 避難シミュレーションの設定条件

地域住民の避難限界時間に対して影響があると考えられる指標として対象地域の出火件数密度、火災の延焼速度、住民の避難速度が存在する。本研究では、様々なケースを設定した。

(d) 消火班の避難リスク評価

消火班の警戒活動の見切り時刻 T_x が算出されれば、消火班の消火活動を考慮した上での住民の避難限界時間の算出を行うことが可能である。その中で放水活動を行った消火班を対象に、消火活動時の避難限界時間が避難開始時刻を上回っているかどうかを評価し、放水活動を行った消火班に関して消火活動後の避難時の被害率の算出を行う。計算手順は紙面の都合上、省略する。

4. 研究成果

(1) 避難リスク評価の結果

本項では、消火班による初期消火活動を考慮した避難シミュレーション・リスク評価を行うことによって、初期消火活動を行った場合の避難限界時間、消火班の放水可能時間、並びに消火班・地域住民の避難リスクを考慮した初期消火活動の結果を示す。

(a) 消火活動を考慮した避難限界時間算出

ここでは、消火班による初期消火活動を考慮して避難シミュレーションを行った結果である、消火活動時の地域住民の避難限界時間について述べる。

火災の延焼速度 $V_f=60.0(\text{m/h})$ 時の、放任火災時時の避難不能確率が 1%、3%、5%となることを許容して避難開始時刻（見切り時刻 T_x ）を定め消火活動を行った場合、許容リスク 1%、3%の場合はある程度地域住民の避難リスクの低減は見込まれるが、5%の場合は 3%の場合と比べて地域住民の避難リスクに大きな低減は見られないことが明らかになった。さらに、消火班が許容する避難不能確率が大きくなるほど、地域住民の避難リスクの低下は緩やかになることが分かった。また、延焼速度 $V_f=100.0(\text{m/h})$ の場合も同様であった。

以上、消火班が高い避難不能確率を許容する（消火活動を長時間行い、消火活動後の避難が遅れる）ほど地域住民の避難リスクの低減に繋がることは言うまでもないが、住民の避難リスク低減は頭打ちの傾向にあり、消火班が遅くまで警戒活動・消火活動を実施することは地域住民にとってメリットが十分大きいとは言えないことが明らかとなった。このことから、消火班は警戒活動を深追いせずにある程度の見切りをつけて自身の避難を実施するべきであることが示唆された。

(b) 消火班が放水活動実施可能な時間算出

避難シミュレーションの結果より得られた被害率のリスク評価結果から、消火班が放水活動を実施可能な時間について示す。

消火班のグループの分類

対象とした荒川北岸・河川敷緑地一帯避難圏域において、避難圏域内でも地区によって住民・消火班の避難リスクには差が見られたため、消火班ノードに着目して避難リスク評価を行うため、消火班ノード全 54 ノードをそれぞれ避難リスクに関する特性が似通った 9 つのグループに分類した。

消火班グループごとの放水活動継続可能時間

消火班グループ 1~9 ごとに避難シミュレーション・リスク評価を行い、事前に設定した避難不能確率を満たす条件下で、各消火班グループが放水活動を継続できる時間（消火活動継続可能時間） t_e^* を計算した。その結果、「消火班が許容する避難不能確率が高いほど、消火活動継続可能時間 t_e^* は長くなる」こと、「火災の延焼速度が速いほど、消火活動継続可能時間 t_e^* は短くなる」など、以下の傾向があることが明らかになった。

(i) 避難不能確率の違いによる傾向

火災の延焼速度別に放水活動を行っていられる時間 t_e^* に着目した時、消火班が許容する避難不能確率が高いほど、消火活動継続可能時間 t_e^* は長くなる傾向にあることが明らかとなった。消火班が高い避難不能確率を許容することで、「消火班が遅くまで警戒活動を行う」ことと、それに伴い「消火対象の出火点が多くなる」ことが考えられる。つまり、遅くまで警戒活動を行うことによって消火班の被害リスクは上昇するが、多くの出火点を鎮圧することで地域住民の避難リスクの低下が見込めるということである。

(ii) 延焼速度の違いによる傾向

火災の延焼速度が速いほど、消火活動継続可能時間 t_e^* は短くなる傾向にあることが明らかとなった。火災の延焼速度が速い場合は、消火班の消火活動によって火災の鎮圧をすることに大きな制約があり、鎮圧するための努力することが、かえって消火班の避難不能確率を高くしてしまうことから、早期の撤退を考慮することも重要な戦略となる。

(iii) グループ間における t_e^* の違い

消火活動継続可能時間 t_e^* に関して、グループの間で差が見られた。グループの中には避難時の被害率が低く消火活動継続可能時間 t_e^* もシミュレーション時間上限の 360 分の結果となった

ところもあり、逆にほかのグループでは比較的消火活動継続可能時間 t_{e*} が短い結果となった。消火班グループの分類の際の見込みの通り、所属する「通行不能領域」の面積が大きく関係しているのではないかと考えられる。「避難不能領域」の面積が大きいほど火災の延焼拡大に巻き込まれる可能性が高くなり、それに伴い放水活動に費やすことが出来る時間も圧縮されてしまったことが推察される。

(c) 消火班・地域住民の避難リスク

本項では、ここまで得られた結果・傾向を踏まえて、消火班・地域住民の避難リスクに着目して消火班の初期消火活動の在り方について検討する。

避難リスクの対象とする指標

地域住民の避難リスクについて、地域住民の消火活動時の避難限界時間がこれに該当する。消火班が長時間警戒活動・消火活動を実施することは地域住民にとってメリットが大きいとは言えないことは先述したとおりである。その他に地域住民の避難リスクに関する指標として、「消火班が消火活動によって鎮圧した出火点数」が考えられよう。消火班が鎮圧する出火点が多いほど、地域住民の避難に余裕が生まれ、結果的に避難限界時間を遅くすることに繋がると考えられる。また、消火班の避難リスクに関する指標として、本研究では放水活動を行った消火班の被害率に着目して進めてきたが、これは確率的な指標であり被害の絶対的な大きさを表している指標ではないため、「被害に遭った消火班の数」についても着目する必要がある。

放水活動回数

本研究において、消火班は放水開始すれば出火点が鎮圧するまで放水活動を行うこととしているので、放水活動実施回数は消火班が鎮圧した出火点数を示している。ここで、延焼速度が遅い方が鎮圧している出火点数が多くなることは明らかである。

火災の延焼速度が 60.0(m/h)、100.0(m/h)別に放水活動実施回数について見てみると、いずれの場合も消火班が鎮圧した出火点数の合計は、許容する避難不能確率が高いほど多くなるが、鎮圧している出火点数の増分は許容する避難不能確率が高いほど少なくなる傾向にある。つまり、消火班が警戒活動の際に高い避難不能確率を許容すればするほど、飛躍的に多くの出火点を鎮圧できるわけではなく、逡減の限界が存在することを示している。

被害に遭った消火班数

各避難不能確率ケースの避難不能数の合計に着目すると、許容する避難不能確率が高くなるにつれて、当然、増加傾向にあることが分かる。上述の鎮圧可能数の傾向とは異なる、この指標については避難不能確率が高くなるにつれて避難不能数の増分は増加している傾向にある。つまり、消火班が高い被害率を許容すればするほど、被害に遭う消火班は幾何級数的に増加していくこととなり、許容するリスクを超えて消火活動に頑張ることの危険性を指摘できる。

避難リスクを踏まえた初期消火活動

上記のことから、地域住民と消火班の避難リスクに関して「警戒活動の際に、消火班にとってより高い避難不能確率を許容することは、地域住民の避難リスクの大きな低減に結びつくとは言えない」こと、「警戒活動の際により高い避難不能確率を許容するほど、消火班が消火活動後の避難時に被災する可能性が加速的に増加する」ことが示された。

消火班が高い避難不能確率を許容するほど地域住民の避難リスクの低減に繋がることは言うまでもない。しかし、地域住民と消火班の両者の避難リスクを考慮した結果、消火班が遅くまで警戒活動・消火活動を実施することは地域住民にとってメリットが大きいとは言えず、かたや消火班にとってはデメリットが大きい。消火班は警戒活動にある程度の見切りをつけて、自身の避難を実施するべきである。

< 引用文献 >

- 1) 中央防災会議：首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）、2013年12月、http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/pdf/syuto_wg_report.pdf（最終閲覧 H30.5.10）
- 2) 金井淳子、梶秀樹：大震時の火災時による道路閉塞を考慮したリアルタイム避難誘導のための避難開始時刻決定に関する研究、地域安全学会論文集、No.4、pp.25-30、2002年11月。
- 3) 加藤孝明、程洪、亜力坤玉素甫、山口亮、名取晶子：建物単体データを用いた全スケール対応・出火確率統合型の地震火災リスクの評価手法の構築、地域安全学会論文集、No.8、2006年11月。
- 4) 渋谷孝行、糸井川栄一：延焼クラスターを考慮した地震火災時における避難危険性評価に関する研究、地域安全学会論文集、No.29、pp.95-105、2016年11月。
- 5) 建設省、総合技術開発プロジェクト「都市防火対策手法の開発」、1982.12。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 4件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 宮下 大祐、糸井川 栄一、鈴木 雄太	4. 巻 37
2. 論文標題 地震火災における消防隊の消火活動を考慮した住民避難時の人的被害低減に関する基礎的研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地域安全学会論文集	6. 最初と最後の頁 31～40
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11314/jisss.37.31	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 鈴木 雄太、糸井川 栄一	4. 巻 46
2. 論文標題 地震火災の延焼拡大予測データベースを活用したリアルタイム避難誘導支援システムの開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地域安全学会梗概集	6. 最初と最後の頁 129～132
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 鈴木 雄太、糸井川 栄一	4. 巻 44
2. 論文標題 地震火災時のリアルタイム避難誘導支援を目的とした避難経路可視化システムの開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地域安全学会梗概集	6. 最初と最後の頁 51-54
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 鈴木雄太、糸井川栄一	4. 巻 35
2. 論文標題 地震火災時の不完全情報下におけるリアルタイム避難経路の最適化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地域安全学会論文集	6. 最初と最後の頁 153-162
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 清水純平, 糸井川栄一	4. 巻 35
2. 論文標題 地震火災時の不完全情報下における不確実な避難誘導情報の活用意図に関する研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地域安全学会論文集	6. 最初と最後の頁 163-171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 高橋 拓, 糸井川 栄一	4. 巻 33
2. 論文標題 東京都特別区消防団を対象とした時間帯別の震災対応力に関する研究 - 地震火災時の消火対応の観点から -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地域安全学会論文集	6. 最初と最後の頁 93-103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 鈴木 雄太, 糸井川 栄一	4. 巻 43
2. 論文標題 地震火災時のリアルタイム避難誘導における住民の安全確保に必要な火災覚知率に関する基礎的研究 - 未覚知火災を考慮した避難可能確率に着目して -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地域安全学会梗概集	6. 最初と最後の頁 99-102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 鈴木 雄太, 糸井川 栄一	4. 巻 42
2. 論文標題 地震火災時のリアルタイム避難誘導における危険性に関する考察-覚知火災情報の不完全性に着目して-	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地域安全学会梗概集	6. 最初と最後の頁 179-182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 鈴木雄太, 糸井川栄一	4. 巻 39
2. 論文標題 大震災火災時における出火時刻分布を考慮した避難リスク評価	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 地域安全学会梗概集	6. 最初と最後の頁 15-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 鈴木 雄太、糸井川 栄一
2. 発表標題 地震火災時の不完全情報に基づくリアルタイム避難誘導支援システムの開発
3. 学会等名 安全工学シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuta Suzuki and Eiichi Itoigawa
2. 発表標題 Effectiveness of Safety Routing Method in Real-Time Evacuation Guidance based on Incomplete Information under Post-Earthquake Fires
3. 学会等名 Fifth International Conference on Urban Disaster Reduction - Decades Review on Recovery: Learning from Best Practices (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 糸井川栄一, 廣井悠
2. 発表標題 地震火災時広域避難におけるリスク情報の伝達過程に関する論点と課題
3. 学会等名 日本建築学会大会(東北)防火部門パネルディスカッション
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuta SUZUKI and Eiichi ITOIGAWA
2. 発表標題 Safety Evaluation Model of Evacuation Guiding in Real Time Response under Post-Earthquake Fires
3. 学会等名 4th Asian Conference on Urban Disaster Reduction (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------