

# GISを用いた木造密集市街地における 袋路の避難経路の抽出方法に関する研究

A Study on Extraction Method of Evacuation Routes of Blind Alleys in Densely Wooden Build-up Area Using GIS

雪谷亮太<sup>1</sup>・宗本晋作<sup>2</sup>・山田悟史<sup>3</sup>・北本英里子<sup>4</sup>

Ryota Yukitani, Shinsaku Munemoto, Satoshi Yamada and Eriko Kitamoto

<sup>1</sup> 株式会社プランテック総合計画事務所 (〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6 紀尾井町パークビル9階)  
PLANTEC Architects INC.

<sup>2</sup> 立命館大学教授 理工学部 建築都市デザイン学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)  
Professor, Ritsumeikan University, Department of Architecture and Urban Design

<sup>3</sup> 立命館大学講師 理工学部 建築都市デザイン学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)  
Lecturer, Ritsumeikan University, Department of Architecture and Urban Design

<sup>4</sup> 立命館大学研究員 総合科学技術研究機構 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)  
Researcher, Ritsumeikan University, Research Organization of Science and Technology

The purpose of this paper is to provide an extraction method of evacuation routes for blind arrays in historic districts without reconstruction. This paper applies this method to the case of the north district of Kyoto city, where the wooden houses are standing close to each other and the most blind arrays remain. We proposed how to use Geographic Information System for finding blind arrays and the gap of these houses that can be used as evacuation routes. We serve to demonstrate this method by evaluating the possibility of passage of the found routes by the field survey.

**Keywords:** Densely Wooden Build-up Area, GIS, Evacuation Routes, Blind Alleys

## 1. はじめに

近年大地震に備えて防災まちづくりへの関心が高まっている。中でも阪神淡路大震災で、多くの木造密集市街地で延焼や倒壊の被害が出たことを受け、木造密集市街地に対する整備が急務の課題となっている。京都市は多くの木造密集地を有しており、これらは景観的価値がある一方、災害時には延焼などリスクの高い場所となっている。特に木造密集市街地の建替不能な袋路は、災害時の避難や救助活動に問題が生じると考えられている。

このような木造密集市街地において、路地の安全性を確保するため、京都市は新たな道路指定制度整備<sup>1)</sup>を施行した(図1)。しかしながら、この制度は建物の建替と袋路の拡幅を前提としており、即効性は期待できない。まずは建替をしなくとも袋路が解消できるよう、避難経路を簡単に探し出す方法が必要であるといえる。

地理情報システム(GIS)は、データの可視化により、市民との情報の共有が容易であることから、まちづくりに取り込まれ、様々な活用が図られてきた。本研究もGISを用いた手法を提案する。

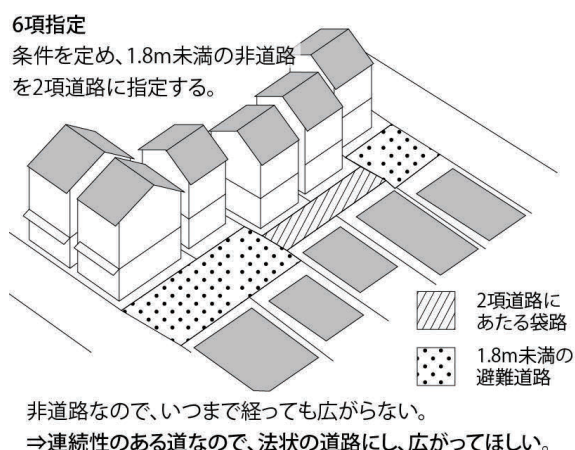


図1 袋路の拡幅施策について

## 2. 研究の目的と方法

### (1)研究の目的

本研究ではGISを用いて、京都市内の木造密集市街地の袋路における避難経路を発見する方法を提案する。まず袋路をGIS上で発見する。発見した袋路に対して避難経路の候補を抽出し、抽出した避難経路の候補が実空間で通行可能かどうかの現地調査を行う。実空間とGISの情報空間での違いを確認し、GISを用いた避難経路の抽出方法の精度を向上させる要因を分析することを目的とする。

### (2)本論文の位置付け

木造密集市街地に関する論文には、GISを使用して地域住民との協働を図ったものが見られる。村上<sup>2)</sup>は、GISを活用し、都市計画的な視点から地震火災の被害軽減を図る防災まちづくりの計画策定作業を総合的に支援するシステムの開発を試行している。また木造密集市街地の防災まちづくりに関する論文は、道路閉塞のリスク評価や広域のシミュレーションが多く見られる。大佛<sup>3)</sup>は、建物の倒壊危険性や焼失可能性といった物的な指標だけではなく、避難困難率を用いて木造地域の防災性能や整備効果を評価に加え、独自に交差点間短縮道路整備を提案しているが、提案した情報空間についての実空間の検証や考察は見られない。

本論は、危険な袋路の発見から避難経路計画の施策までをGISで行うことで、時間短縮を図りながら、実空間と整合性の高い計画を行うための方法論を試行する。建物の更新を極力減らしながら避難経路を確保しようとする点、GISの情報空間でのシミュレーションを実空間において検証する点に方法の独自性がある。

### (3)研究の対象

京都市上京区は、「京都市細街路対策指針」の中で「幅員4m未満の道」を指す言葉として用いられる細街路の総長は最大かつ、本数は東山区に次いで2番目に大きな値である。面積あたりの細街路、いわゆる密度は最大となっている。その上、上京区は東山区より人口密度が高い。よって上京区は避難困難になる可能性の高い住民が最も多い区の一つであると考えられる(図2)。また、京都市が発表している密集市街地対策等の取組方針<sup>4)</sup>の中で、「優先的に防災まちづくりを進める地区」に選定されている地区が最も多い(図3)。これらのことから、本研究では上京区を対象とする。

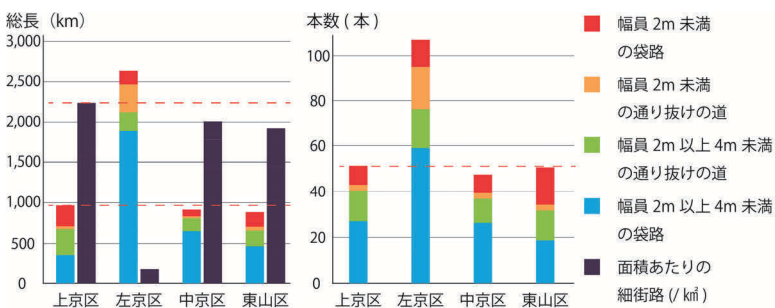


図2 京都市の細街路に関するグラフ

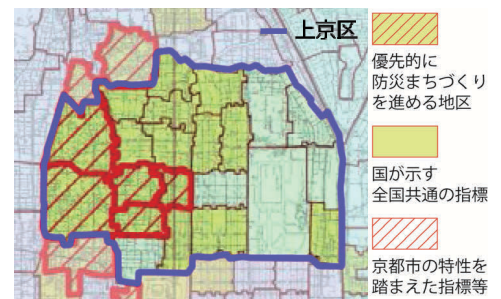


図3 上京区の優先的に防災街づくりを進める地区

### (4)研究の方法

GISデータから、まず袋路を抽出する。データの作成には、国土地理院が刊行している数値地図2500(平成18年刊行)を用いる。まず道路線からの距離を用いて道路中心線を建築基準法の道路幅員で分類する。道路中心線のグラフからノードの次数が1となる辺を抽出し、幅員情報と合わせて確認し、幅員2m未満<sup>注1)</sup>の袋路を抽出する。

次に建物と建物間の隙間の距離を評価し、建物の建っていないと考えられる空間を、抽出した袋路の行き止まりを解消するのに用いることができる避難経路として抽出する。これにはまず、建物のベクターデータをGIS上で任意のピクセルサイズで画像化するラスタ化の処理を行う。建物をピクセルで表し、抽出した空間を通過するパスをGIS上に作成する。

最後に現地調査を行い、避難経路の候補が実空間で通行可能かどうかを検証し、実空間と情報空間の違いを把握し、本論で提示した方法の精度を向上させる要因を分析する。

### 3. 袋路の抽出

#### (1) 幅員による分類

建築基準法に従い、道路を幅員によって2m未満、2m以上4m未満、4m以上の道路に分類する<sup>注1)</sup>。GIS上で道路縁からの距離が1mと2mの領域をバッファ領域として作成する。GISの機能の一つである空間検索を使用し、作成したバッファ領域と道路中心線の交差を確認することで、道路幅員ごとに道路中心線の辺を抽出し、道路中心線のグラフを得る（図4）。

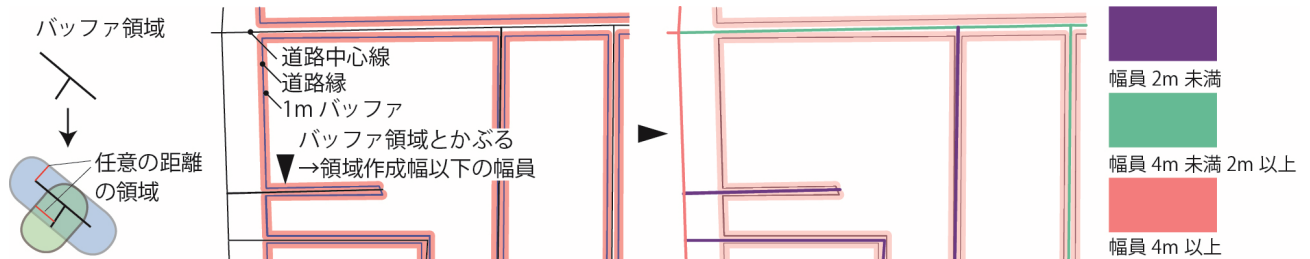


図4 バッファを用いた幅員による道路の分類

#### (2) 袋路の抽出

(1)で得た道路中心線のグラフから袋路を抽出する。道路中心線のグラフでは、袋路は図5のように、次数1のノードから出た辺となる。このことから、グラフとして扱ったときに、次数1の辺を抽出する。具体的にはGISの交点を取り出す処理から道路中心線の交点を作成する。交点は次数が2以上なので、道路中心線のグラフのノードのうち、この交点と重なるものを取り除くと次数が1のノードを残すことができる。このノードの辺を袋路として抽出した（図6）。

本論では、災害時に避難困難になる可能性が高いと考えられる2m未満の袋路を対象とする。上記の方法を適用し、抽出した辺を集計したところ、表1の結果を得た。

得られた数値は、図7のように上京区の細街路指針<sup>1)</sup>にあるグラフと比較すると、京都市の調査結果よりも大きかった。これは本手法が経路を余すことなく発見したということを示唆している。特に本論で対象とする2m未満の袋路に関しては、ほぼ一致する値を得ることができた。

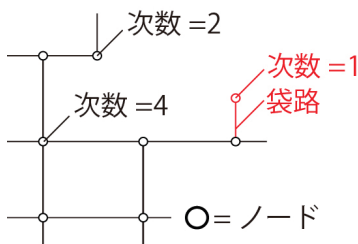


図5 ノードと次数

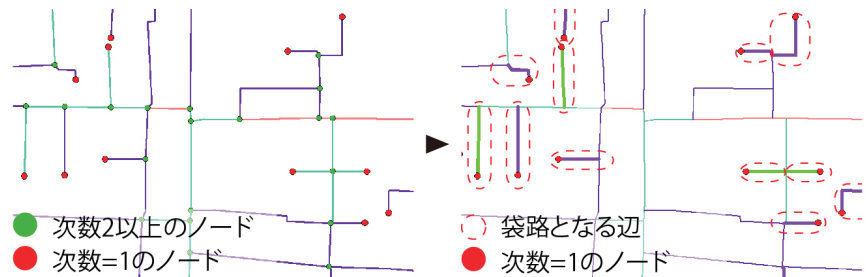


図6 袋路の抽出

表1 GISより抽出した細街路

京都市上京区	総延長	4m未満2m以上の通り抜け	2m未満の通り抜け	4m未満2m以上の袋路	2m未満の袋路
距離(km)	154.71	51.95	27.06	4.80	10.15
本数(本)	3452	1096	648	149	293
割合(距離)	100	33.6	17.5	3.1	6.6
割合(本数)	100	31.7	18.8	4.3	8.5

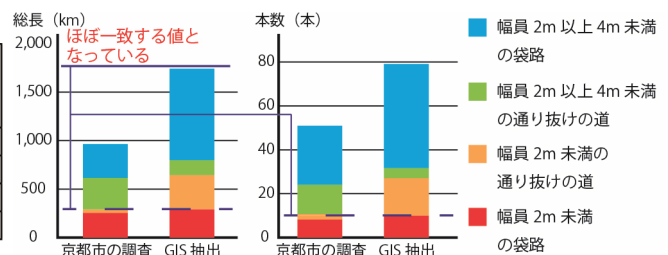


図7 上京区の調査データと本手法によって抽出した集計結果の比較

## 4. 建物の建っていないと考えられる空間の評価に基づく避難経路の抽出

### (1)建物のラスタライズ

建物と建物間の隙間を距離で評価する。まず区内の建物全てに対してラスタライズの処理を行う（図8）。ラスタライズとは、ベクターデータをピクセル画像に変換することである。処理の中で1ピクセルを1.5mに対応させることで、1.5mグリッドの中に建物が含まれるかを判定する。この判定基準として、今回はGISの処理において集約タイプを「MAXIMUM\_COMBINED\_AREA」に設定した。このタイプは、1つのセルに重なったデータの総面積が50%以上の場合にセル内に建築があるとみなされる。屋外避難の観点から、建築基準法上の避難経路の基準である1.5mとした。

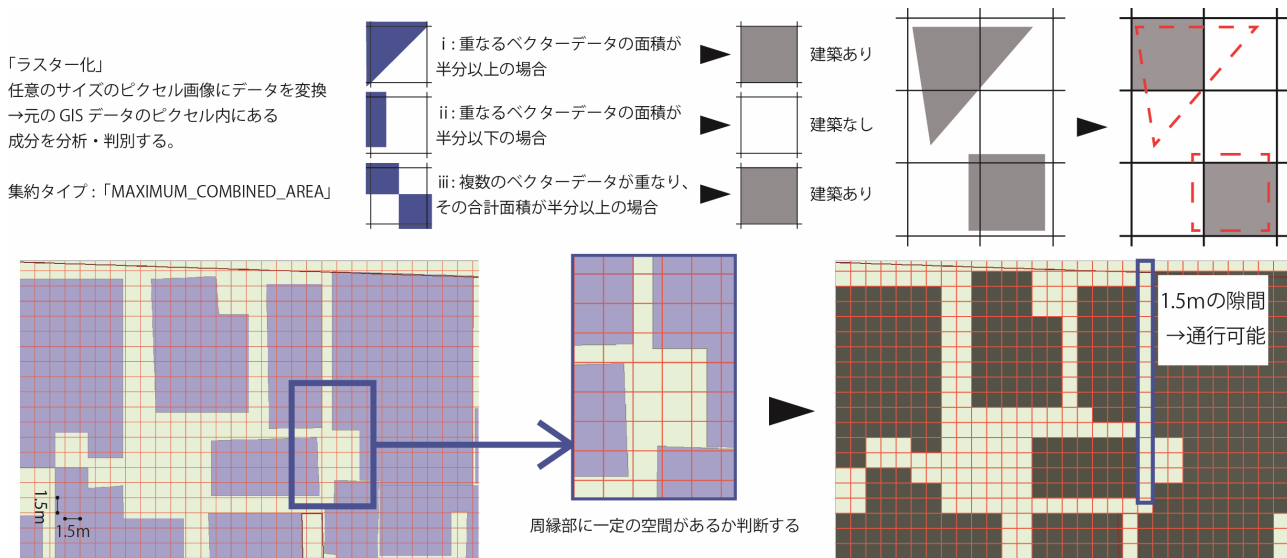


図8 建物のラスタライズ

### (2)避難路の作成

3で抽出した袋路に対して、避難経路を作成する。図8で得られた建物が建っていないと考えられる空間を抜け道として通るパスを避難経路の候補としてGIS上に作成する（図9）。具体的には袋路の道路中心線の始端部ノードになるべく近い場所から、次数が2以上の道とつながる、もしくは別の袋路とつながるパスを手動で作成する。図9のように処理された建物のラスタライズ画像と袋路の道路中心線を重ね合わせ、建物が建っていないと考えられる空間を通るポリラインをGIS上で作成する。このとき、上下左右で接しているピクセルのみを通行可能とし、斜めの場合は通行不可とした。複数の抜け道が作成可能な場合、複数の抜け道のどれが避難経路として有効かを後の現地調査で確認する。

この処理の結果として、全292か所の袋路に対して、241箇所避難経路の候補が抽出された。

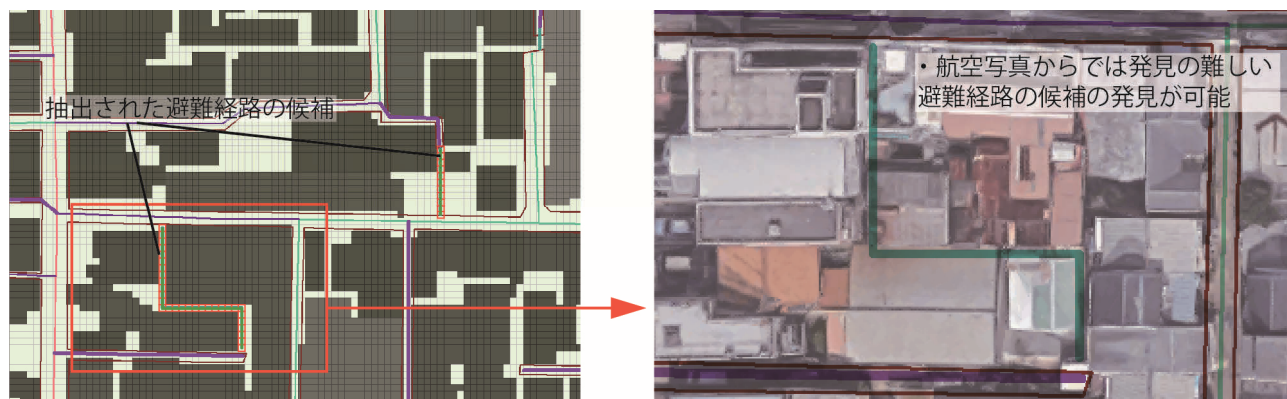


図9 避難経路の候補の抽出

## 5. 現地調査による避難経路の検証

発見した建物間の隙間から避難経路の候補が実空間にて通り抜け可能かどうかを判定するため、現地調査を行う。現地調査の対象として、ランダムに130箇所の袋路を抽出した。

建物間の隙間が通り抜け可能かどうかの判定について、京都市の細街路指針<sup>1)</sup>で採られる方法を参考に、①実際に道が通り抜けていることが確認できる②遮蔽物があった場合、奥にオープンスペースや隙間の存在が確認できる、の2つの指標で評価した(図10)。直接確認できなかった場合には判定不可として評価しなかった。

調査した結果を表にまとめた。その一部を表2に示す。表2の“○”は通行可能、“×”は通行不可、“-”は判定不可であったことを示す。130箇所の内、39箇所で作成した避難経路が通行可能であった。したがって通行可能だった割合は30.0%となった。

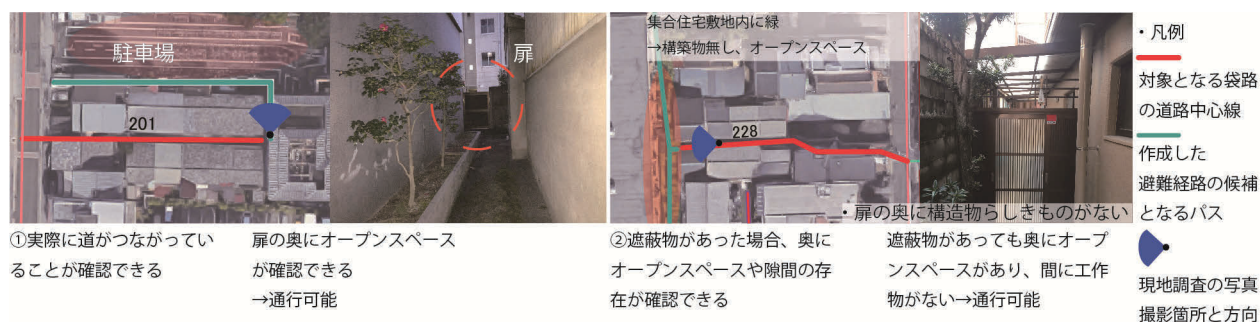


図10 通行可能判定の事例 空中写真出典:©2016 Google

表2 通行可能判定結果(一部)

番号	袋路 No.	パス長さ	避難路 No.	判定	状況
1	15	26.75	160, 161	○	扉有
2	16	40.91	162	×	奥の抜け道は不可、横の駐車場には扉有
3	20	37.33	27	-	家の横隙間有、奥目視確認不可
4	24	49.21	205	○	ブロック塀の奥お墓
5	25	50.12	206, 207	○	緊急用避難扉あり
6	27	37.03	26	×	奥建築有、目視不可
7	29	39.51	49	×	ブロック塀の奥目視不可
8	30	64.89	208, 209	×	建築有
9	31	28.94	210, 211	×	建築有
10	39	59.78	214, 215	×	塀奥スペース有、道確認できず
			⋮		⋮
129	284	20.04	277	×	フェンスの奥確認不可
130	289	29.93	301, 302	×	遮蔽物有、隙間確認できず

## 6. 実空間との比較による情報空間との相違点についての考察

5の実空間の調査から情報空間との相違点を発見した。筆者が特徴的だと考えた相違点について以下の事例を用いて分析を行う。

### (1)古い平屋が密集する袋路において避難経路を抽出する場合

図11、図12は、古い平屋が密集して構成された袋路において通り抜け不可だった事例を示す。このような袋路は、避難経路の候補として抽出された場所が建物により塞がっている場合が多く見られた。これらのことより、違法な増築により避難経路が確保できなくなった可能性が考えられる。一方、京都市の空き家の現

状<sup>5)</sup>から袋路の奥の接道条件の悪い建物は、更新ができず、空き家のままとされている可能性も高い。いずれにしても、このような場所の袋路の避難経路の発見には、現地調査により精緻なデータが必要だといえる。



図 11 No.169 の袋路 通行不可

袋路の奥に多くの平屋建築が密集している。道は GIS にない建築で遮られていた。新しい住宅の裏に扉があるが、奥に隙間を確認できなかった。

空中写真出典：©2016 Google

- ・凡例
- 対象となる袋路の道路中心線
  - 作成した避難経路の候補となるパス
  - 次数 2 以上の道路中心線
  - 現地調査の写真撮影箇所と方向



図 12 No.53 の袋路 通行不可

袋路の奥に多くの平屋建築が密集している。道は GIS にない建築で遮られており、避難経路の候補が通り抜けられなかった。

空中写真出典：©2016 Google

- ・凡例
- 対象となる袋路の道路中心線
  - 作成した避難経路の候補となるパス
  - 次数 2 以上の道路中心線
  - 現地調査の写真撮影箇所と方向

## (2) 工作物によって避難経路が遮られる場合

避難経路の候補が、小さな祠やタンクといった工作物により、妨げられる場合が見られた（図13、図14）。これらは今回使用したGISデータに含まれていないので、避難経路の候補が成立する確率を下げる要因となった。工作物をGISに加えることで、より精度が上がると考えられる。また、撤去可能かどうかを住民と協議する必要があると考えられる。



図 13 No.83 の袋路 通行不可

袋路の奥にブロック塀あり。その裏側に増築の倉庫のようなもの確認した。撤去が容易でなく、持主との協議が必要と判断したため通行不可とした。

空中写真出典：©2016 Google

- ・凡例
- 対象となる袋路の道路中心線
  - 作成した避難経路の候補となるパス
  - 次数 2 以上の道路中心線
  - 現地調査の写真撮影箇所と方向

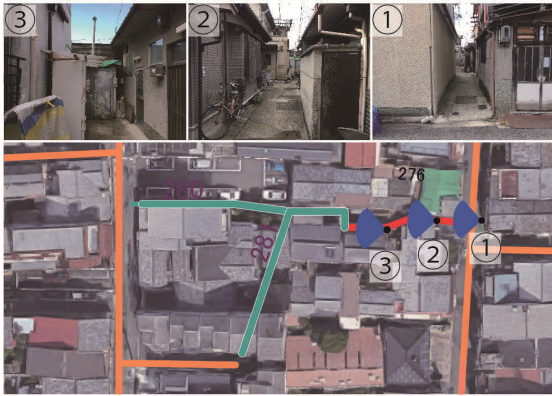


図 14 No.276 の袋路 通行不可

袋路の奥をデータにはなかった工作物（焼却炉らしきもの）で塞がれていた。撤去が容易ではないと判断したため通行不可とした。

空中写真出典：©2016 Google

- ・凡例
- 対象となる袋路の道路中心線
  - 作成した避難経路の候補となるパス
  - 次数 2 以上の道路中心線
  - 現地調査の写真撮影箇所と方向

### (3)オープンスペースを活用した避難経路の場合

図15、図16は通り抜け可能だった事例である。その中で、図15は寺の内部を通る避難経路により通行可能であった例を示す。避難経路が確保された袋路の共通点として、寺以外に、公園や小学校など公共のオープンスペースや駐車場と接している、または近くに3階建て以上の集合住宅やオフィスなど比較的大きな建物があることによって避難経路が通行可能となる場所が散見された。公園や小学校、駐車場と接する場合は比較的容易にオープンスペースの存在が確認できるため、図15のように扉が設置されることで、経路が確保されている事例も発見された。集合住宅やオフィスなど比較的大きな建物の場合では通行不可だった事例もあったことから、これは法規制では敷地からのセットバックが一定距離の確保にはならないためだと考えられる。



図 15 No.82 の袋路 通行可能

隣に寺あり。塀の奥にオープンスペースとしてその空間があるので避難可能。勝手口のような扉がすでにあり、通り抜け可能と判断した。

空中写真出典:Google

- ・凡例
- 対象となる袋路の道路中心線
  - 作成した避難経路の候補となるパス
  - 次数 2 以上の道路中心線
  - 現地調査の写真撮影箇所と方向



図 16 No.40 の袋路 通行可能

奥に隙間あり。隙間を抜けて集合住宅の1階共用廊下を利用して抽出した避難路の候補を通り抜けることが可能であった。

空中写真出典:Google

- ・凡例
- 対象となる袋路の道路中心線
  - 作成した避難経路の候補となるパス
  - 次数 2 以上の道路中心線
  - 現地調査の写真撮影箇所と方向

このように周辺状況により避難経路の抽出が比較的容易にかつ精度高く行うことができる一方、条件によっては情報空間でのシミュレーションが実空間と相違点が多くなり、綿密な現地調査の上での提案が必要となる。

## 7. まとめ

本研究では、京都市上京区を対象に、道路幅員が2m以下の袋路の抽出を行い、建物間の空地を避難経路の候補として提示する方法を提案した。提案した手法を用いて全292箇所の袋路に対して241箇所で避難経路の候補を発見した。

現地調査を行った箇所は、本論文で抽出した避難経路の 30.0%が通行可能であったが、袋路の周辺状況により、通行可能な経路の割合は異なった。

古い平屋により構成される袋路は、既存不適格な増築などによって GIS に含まれていない建築が多数見受けられた。このような建物の密集率が高い場所では、抽出した避難経路の通行可能な割合は低い。一方、寺や墓、小学校、駐車場などオープンスペースが近辺にある場合は、本手法で抽出した避難経路の通行可能な割合は高い。

このように周辺状況により避難経路の抽出が比較的容易にかつ精度高く行うことができる一方、条件によっては情報空間でのシミュレーションが実空間と相違点が多くなり、綿密な現地調査の上での提案が必要となる。周辺環境に対応した避難経路の抽出は今後の課題である。

注1) 幅員の表現について、参考文献1)の2pに倣い、「幅」ではなく未満・以上という言葉で表現した。また、参考文献内では1.8m未満を細街路として扱っているが、建物の更新性を考慮し、二項道路の条件から2m未満を危険な細街路とした。

## 参考文献

- 1)京都市：京都市細街路対策指針, 29p, 2012年
- 2)村上正浩、鷗心治、多賀直恒：GISを用いた木造密集市街地の防災まちづくり計画支援システムの開発, 日本建築学会 計画系論文 集, 第547号, 8p, 2001年9月
- 3)大佛俊泰、沖拓弥：広域避難の困難性からみた木造密集地域整備事業の評価, 日本建築学会計画系論文集, 第696号, 8p, 2014年2月
- 4)歴史都市京都における密集市街地対策等の取組方針, 12 p, 2012年
- 5)京都市空き家対策委員会：京都市の空き家の現状, 31p, 2012年