

令和 6 年 6 月 4 日現在

機関番号：24405

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K09292

研究課題名（和文）モバイル空間情報を用いた災害時医療体制の分析・再構築と発災時の情報発信拠点づくり

研究課題名（英文）Re-analysis of assumptions of damage in Osaka city caused by a Nankai Trough earthquake using mobile spatial statistics

研究代表者

山本 啓雅（Yamamoto, Hiromasa）

大阪公立大学・大学院医学研究科・客員准教授

研究者番号：20509723

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：モバイル空間統計を用いて被害想定を算出した。被害総数は早期避難率が高い場合、負傷者数は4,294人であったが、国勢調査ベースに比べ大阪市中央に多く、周辺部で少ないことが分かった。また早期避難率が低い場合、負傷者数は30,960人であった。負傷者数は沿岸部および北東部に多く、国勢調査ベースに比べ都市部や工業地帯で負傷者が多く、住宅地で少ないことが分かった。重症中等症搬送シミュレーションでは、早期避難率が低ければ著明に搬送数が減少することが分かった。また医療の負荷は一般に考えられている沿岸部よりも北東部に大きいことが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で算出したモバイル空間統計を用いた被害想定は、これまでの国勢調査ベースの被害想定に比べより実情に即しており、したがって災害時医療体制の分析・再構築にとって本研究の手法は必要不可欠である。また研究成果より特に早期避難率が低い場合に医療需給のアンバランスがおこることを明らかにすることができた。また一般に被害が大きいとされている沿岸部よりも、北東部で傷病者が多く、医療への負荷も大きいことがわかった。さらに市民に対する早期避難の重要性を教育していくこと、また医療圏の再考や各医療圏内で中等症患者の受入体制を構築することなど、医療需給のアンバランスを改善させる方略を提言することができた。

研究成果の概要（英文）：Damage estimates were calculated using mobile spatial statistics. The total number of casualties was 4,294 when the early evacuation rate was high, but it was found to be higher in the center and lower in the periphery of Osaka City compared to the census base. When the early evacuation rate was low, the number of injured was 30,960. The number of injured was higher in coastal and northeastern areas, and more people were injured in urban and industrial areas and less in residential areas compared to the census base. The simulation of severe and moderate injury transports showed that a high early evacuation rate markedly reduced the number of transports. The medical burden was also found to be greater in the northeastern area than in the coastal area, which is generally considered to be the case.

研究分野：災害医学

キーワード：南海トラフ巨大地震 地理情報システム モバイル空間統計

## 様式 C-19、F-19-1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 都道府県では南海トラフ巨大地震の詳細な分析が実施され、震度分布、津波被害分布、建物被害、道路閉塞状況などの被害想定が明らかとなった。一方、現在計画されている医療体制が多数発生する傷病者に対応できるかは不明である。申請者らは、大阪府政策企画部危機管理室(以下危機管理室)から上記の物的被害想定データを、大阪府健康医療部医療対策課(以下医療対策課)から災害対応医療機関の位置・種別データを入手し、これらのデータをGIS(地理情報システム)に展開することにより、人的被害と災害医療機関の偏在性について分析し、2016年ヨーロッパ外傷学会において報告した。

(2) さらに、申請者らは厚生労働省大臣官房統計情報部より医療機関の稼働状況のデータを入手し、医療機関の詳細なキャパシティに関する計算を実施した。これと大阪府が公表している負傷者数のデータを統合・分析することにより、南海トラフ発生時における医療需給の偏在性について2018年アジア太平洋災害医学会で報告した。本研究により、住民の津波に対する早期避難率が高い場合、医療の対応可能性は著しく改善するが、これまで注目されてきた大阪市沿岸部より、大阪市東部に置いて医療需給の問題が大きいことが明らかとなった。

(3) しかしながら、人的被害想定のもととなっている人口統計は5年に一度、夜間人口を集計する国勢調査のデータであり、実際の人口流動状況を反映しているとは言えない。本研究で利用するNTTドコモ・モバイル空間統計は、スマートフォンや携帯電話の位置情報から全国24時間365日の人口を推計したビッグデータであり、このデータの利用することにより、災害発生時の人口分布を推計し、より正確な人的被害想定が可能になる。このように災害発生時の正確な負傷者の発生状況を予測し、これと医療機関のキャパシティ情報を結合することにより、医療体制の問題点を明らかにでき、改善についての提言が可能となる。

(4) また、実際の災害発生時には、被害や医療体制の状況を迅速に把握し、柔軟に対応することが求められる。衛星からの被害データと申請者らが蓄積した医療のデータを、GISを用いて結合・分析し、情報を地域の各機関に発信することができれば、「避けられる災害死」の減少に大きく寄与できる。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、

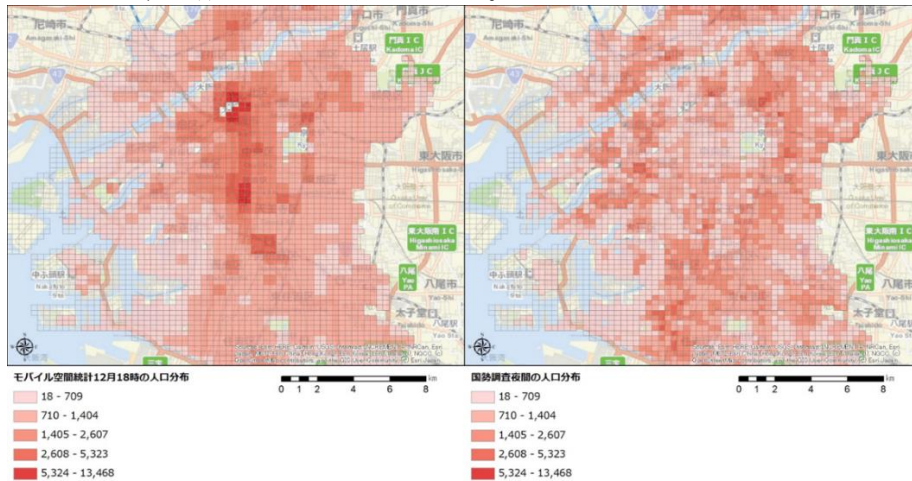
- (1) モバイル空間情報を用いた詳細な被害想定をあきらかにすること
- (2) これと医療データから導き出される医療需給のアンバランスを明らかにすること
- (3) 衛星データを蓄積された医療データGIS上に展開し、情報分析を行うとともに、この情報を発信するシステムを構築することである。

### 3. 研究の方法

- (1) モバイル空間統計を用いた人口分布をGISに展開し、国勢調査と比較した。モバイル空間統計では80歳以上の高齢者や15歳未満に関する人口分布の情報が含まれていないため、これらの年齢層については別の住民基本台帳ベースのデータを用いて、大阪市内における昼夜間帯の人口分布を算出した。
- (2) モバイル空間統計を用いて、建物揺れ、津波による250mメッシュの負傷者数を計算し、国勢調査を用いた傷病者数と比較した。大阪府の以前の被害想定では、鉄道や商業施設内の負傷者数が実情に即していないと考えられたため、これらを修正して再計算した。
- (3) さらに建物内落下物、火災による負傷者数と合計して負傷者合計を算出し、これまでの地震災害の経験から、重症者、中等症者を計算し、国勢調査ベースのデータと比較検討した。
- (4) モバイル空間統計を用いた傷病者数のメッシュデータと各災害対応医療機関の病床数および各月の稼働率から計算した、各医療機関の受け入れキャパシティ数から下記のシミュレーションを行った。重症患者は直近の災害拠点病院に搬送され、中等症患者については、まずは直近の市町村災害医療センター、災害医療協力病院に搬送されるが、その病院のキャパシティをオーバーする場合には、①直近の災害拠点病院に搬送される、②各区でキャパシティに余裕のある病院に搬送し、それでもキャパシティオーバーとなった場合は各区を所管する災害拠点病院に搬送される、という2つのパターンで、早期避難率が高い場合と低い場合についてシミュレーションを行った。
- (5) これまで我々は衛星データから浸水地域を予測するなどの手法を確立してきたが、震災時に衛星データをどのように受信するかが問題であった。今回Starlinkを用いてそのシステムを確立した。

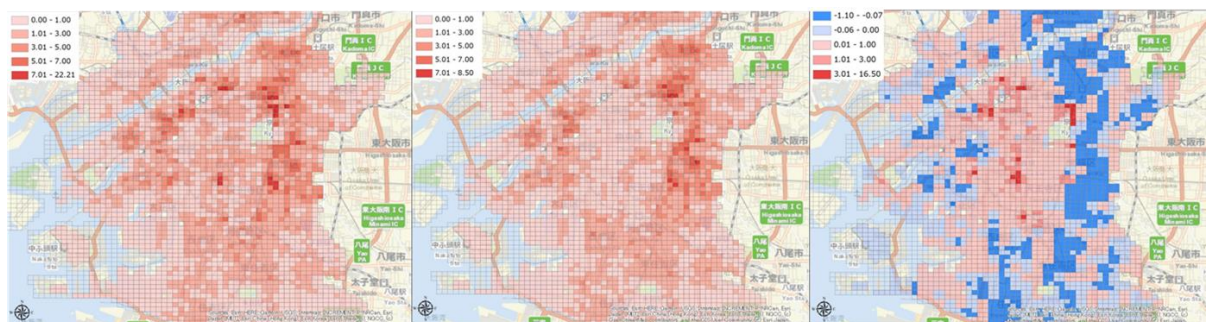
#### 4. 研究成果

(1) 冬 18 時におけるモバイル空間統計での人口分布を図 1(a)に示す。大阪市内の人口は 347 万人であり、大阪市の中心部に多く分布していた。国勢調査では人口は大阪市の周辺部に多く分布しており、全体では 267 万人であった。



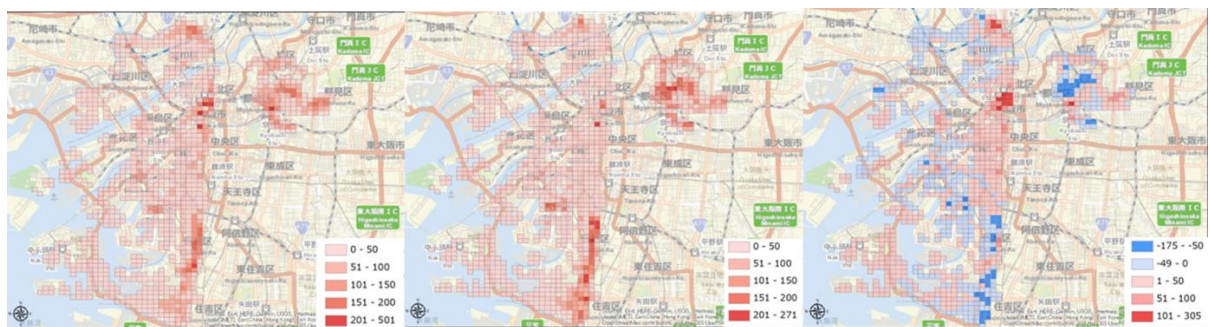
(a) モバイル空間統計 (b) 国勢調査  
図 1. 冬 18 時における国勢調査とモバイル空間統計での大阪市内人口分布

(2) モバイル空間統計をもとに計算した、建物倒壊による負傷者を図 2 (a)に示す。人口は中心部に集中していたが、負傷者数は中心部よりやや周辺に分布していた。人口では国勢調査ベースより 30%多かったにもかかわらず、負傷者は9%の増加にとどまった。国勢調査の人口分布をもとに計算した、建物倒壊による負傷者数は、人口分布と同様大阪市周辺部に分布し、特に北東部に多かった (図 2 (b))。モバイル空間統計ベースの負傷者と国勢調査ベースの負傷者の差を、メッシュごとに計算すると、モバイル空間統計ベースの負傷者は中心部で多く、周辺部とくに東部で少ない結果となった (図 2 (c))。



(a) モバイル空間統計 (b) 国勢調査 (c) 差  
図 2. モバイル空間統計(a)と国勢調査(b)から計算した建物倒壊による負傷者数と、その差(c)

同様にモバイル空間統計をもとに計算した津波による負傷者数は図 3 (a)であり、国勢調査をもとに計算した津波による負傷者数は図 3(b)の通りであった。ともに津波到達境界領域での負傷者数が多かったが、モバイル空間統計では、国勢調査ベースに比べ北部で多く、南部で少ない結果となった (図 3 (c))。



(a) モバイル空間統計 (b) 国勢調査 (c) 差  
図 3. モバイル空間統計(a)と国勢調査(b)から計算した津波による負傷者数と、その差(c)

(3) さらに建物内落下物、火災による負傷者数と合計して算出した負傷者合計についても比較検討した。早期避難率が高い場合、モバイル空間統計を基に計算した負傷者総数(a)は4,294人で、国勢調査を基に計算した負傷者総数(b)は4,452人であった。その差の分布(c)から、モバイル空間統計での負傷者数はより大阪市中央に多く、周辺部で少ないことが分かった。

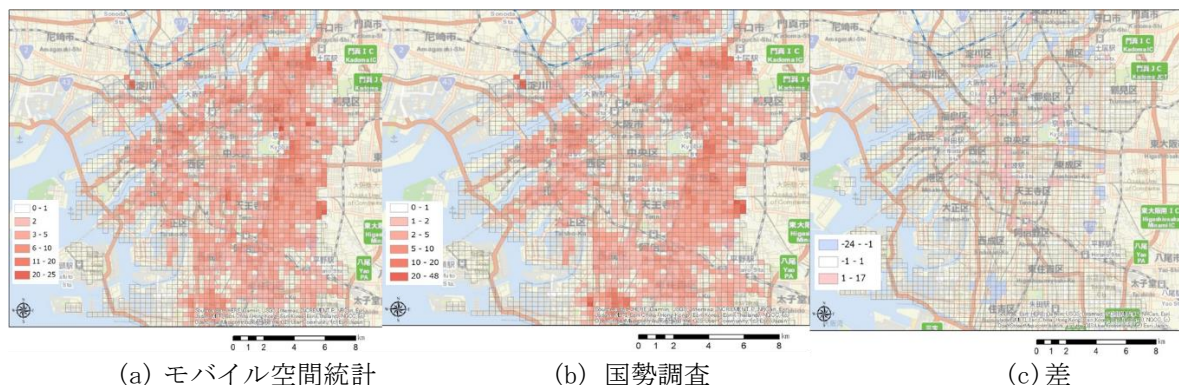


図3. モバイル空間統計(a)と国勢調査(b)から計算した負傷者数総数と、その差(c) (早期避難率が高い場合)

早期避難率が低い場合、モバイル空間統計を基に計算した負傷者総数は30,960人で、国勢調査を基に計算した負傷者総数は31,620人であった。いずれについても負傷者数は沿岸部および北東部で多かった。またその差からモバイル空間統計ベースでは都市部や工業地帯で負傷者が多く、住宅地で少ないことが分かった。

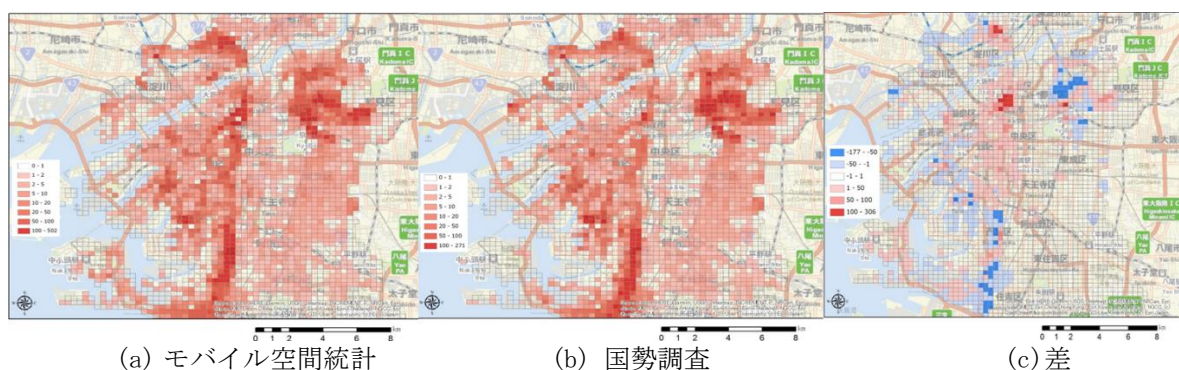


図4. モバイル空間統計(a)と国勢調査(b)から計算した負傷者数総数と、その差(c) (早期避難率が低い場合)

(4) 重症患者、中等症患者の搬送結果を図5に示す。(a)早期避難率が高い場合、重症患者の搬送合計は357人であり、(b)早期避難率が低い場合9,594人であった。どちらの場合も北東部の災害拠点病院で搬送が多かった。中等症患者が搬送された医療機関がキャパシティ内の場合は青いドット、キャパシティを超える場合は赤いドットで表した。早期避難率が高い場合は明らかに青いドットが多いことがわかる。

次に早期避難率が高い場合の中等症搬送の結果を図6に示す。Scenario 1では、災害拠点病院に搬送される患者は0人から222人であり、やはり北東部の拠点病院が多かった。Scenario 2ではすべての患者を地域の災害医療協力病院でうけいれることができた。

早期避難率が低い場合の中等症搬送結果を図7に示す。災害拠点病院に搬送される患者の合計は、Scenario 1で33,238人、Scenario 2で31,733人でありその差は少なかった。Scenario 1より多くの患者が搬送される拠点病院もあり、医療圏ごとの差が明瞭となった。南海トラフ巨大地震については医療圏を再考する必要があると考えられた。

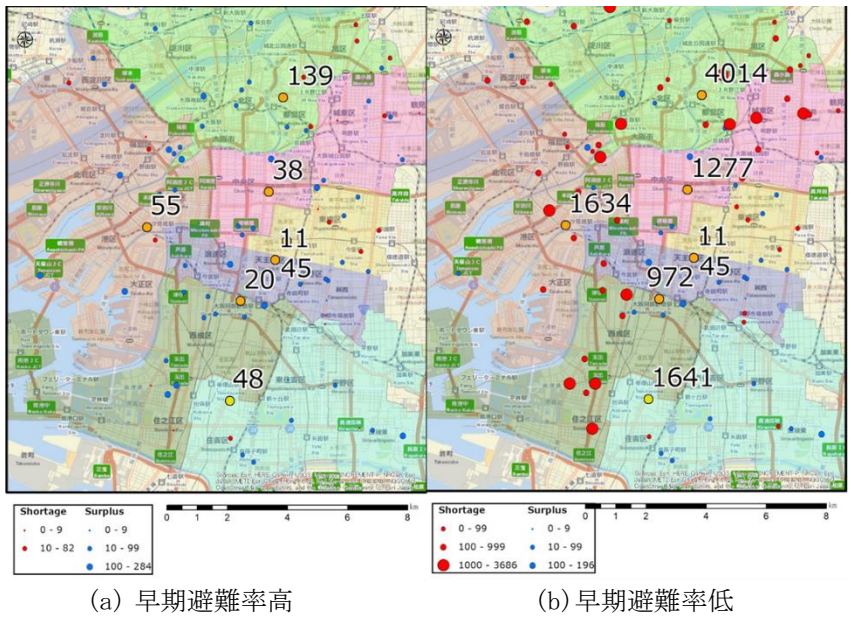


図5. 早期避難率の高低における各災害拠点病院に搬送される重症者数（人数値で表示）と各災害医療協力病院での病床数過不足（赤と青のドットで表示）

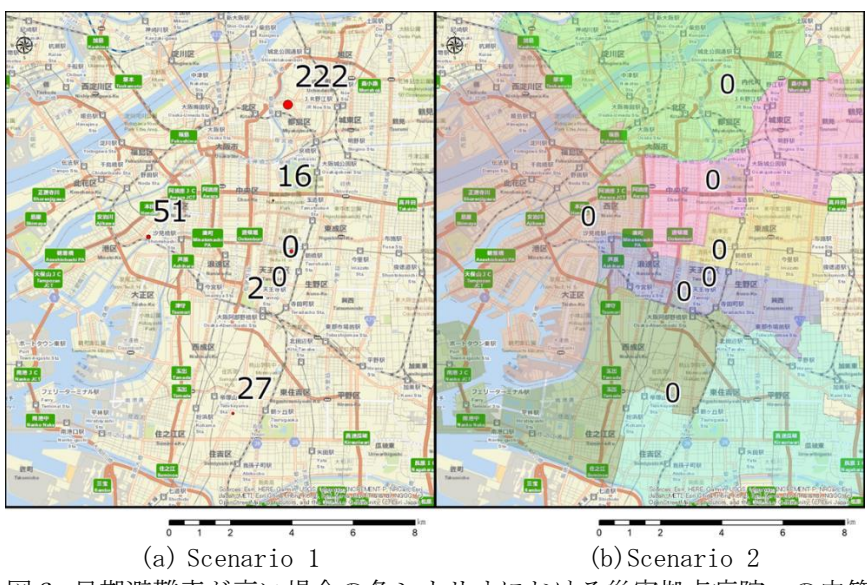


図6. 早期避難率が高い場合の各シナリオにおける災害拠点病院への中等症搬送数

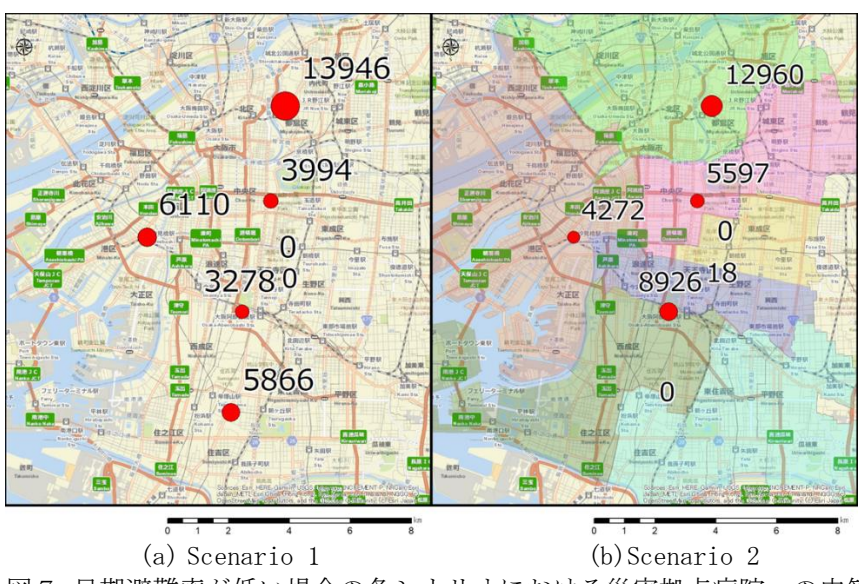


図7. 早期避難率が低い場合の各シナリオにおける災害拠点病院への中等症搬送数

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yamamoto Hiromasa, Kimura Yoshinari, Uchida Kenichiro, Nishimura Tetsuro, Mizobata Yasumitsu	4. 巻 10
2. 論文標題 Demand-supply balance of disaster medical care in Osaka City based on damage estimation for a Nankai Trough megathrust earthquake: A geographic information system based analysis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Acute Medicine & Surgery	6. 最初と最後の頁 e825
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/ams2.825	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 -

〔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 Hiromasa Yamamoto, Yoshinari Kimura, and Yasumitsu Mizobata
2. 発表標題 Assessment of burden on the Osaka City disaster medical care system in a Nankai Trough megathrust earthquake model: A geographic information system-based analysis
3. 学会等名 European Society of Emergency Medicine 2022（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本啓雅、溝端康光
2. 発表標題 モバイル空間情報を用いた被害想定の新分析
3. 学会等名 第28回日本災害医学会総会・学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本啓雅、溝端康光
2. 発表標題 南海トラフ巨大地震被害想定における大阪市内災害拠点病院への重症・中等症搬送シミュレーション
3. 学会等名 第48回日本救急医学会総会・学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiromasa Yamamoto, Yoshinari Kimura, and Yasumitsu Mizobata
2. 発表標題 Re-analysis of assumptions of damage in Osaka city caused by a Nankai Trough earthquake using mobile spatial statistics
3. 学会等名 The European Emergency Medicine Congress 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023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
研究分担者	木村 義成  (Kimura Yoshinari)  (20570641)	大阪公立大学・大学院文学研究科・准教授    (24405)	

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
---------	---------