

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20760405

研究課題名（和文）

監視性と領域性を考慮した街頭犯罪の空間データマイニング分析

研究課題名（英文）

Spatial Data-Mining Analysis on Street Crimes Considering Natural Surveillance and Territorial Sense

研究代表者

瀧澤 重志 (TAKIZAWA ATSUSHI)

京都大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：40304133

研究成果の概要（和文）：

京都市伏見区中心部を対象地域としてひたつくりの空間分析を行った。歩行者推定モデル、監視性のモデルを改良してデータを構築し、データマイニングの手法を用いて分析を行った。その結果、開放性が中程度の空間でひたつくりが起りやすいことがわかった。また、住宅地では用いた空間構成ルールで比較的うまく犯罪発生が説明できたが、繁華街では分類精度が低く、空間的因子よりも偶然性や人の流れがより強く作用していることが示唆される結果となった。

研究成果の概要（英文）：

I examined the spatial relationship of purse snatching in the central zone of Fushimi-ku of Kyoto City. The estimation method of pedestrian on the street and natural surveillance was improved. Data mining analyses were used. It is observed that purse-snatching tends to occur at the place whose spatial openness is relatively middle. Moreover, the classifier predicted crime occurrence points with high degree of accuracy in residential area, but in the commercial area, it was not so high. The effect of pedestrian movement rather than spatial composition might effects on the crime occurrences stronger in commercial area than in residential area.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2008年度 | 1,800,000 | 540,000 | 2,340,000 |
| 2009年度 | 1,000,000 | 300,000 | 1,300,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 2,800,000 | 840,000 | 3,640,000 |

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学 都市計画・建築計画

キーワード：犯罪空間分析, GIS, データマイニング, 監視性, 領域性

1. 研究開始当初の背景

不況による経済格差の増大、外国人犯罪者の増加などの日本社会の構造変化を背景として、日本全国の刑法犯罪認知件数は、1998年には約203万件だったのが2002年には285万件を超え、その後は減少しつつも依然として高い水準で推移している。刑法犯罪の中で街頭犯罪に分類される、ひったくり、強盗、自動車盗などの発生件数は刑法犯罪全体の半数程度を占めており、市民生活に大きな影響を与えている。従来の犯罪研究では、犯罪発生は犯罪者固有の属性によるものと考えられてきたが、犯罪発生は犯罪を誘発する環境にも原因があるとする機会論が犯罪抑止の観点から注目され、環境犯罪学やCPTEDとして今日に至っている。これらは、J. Jacobsのアメリカ大都市の生と死(1961)やO. Naumanのまもりやすい空間(1972)がルーツであるが、今日では世界的な広がりを見せ始めている。また、またGISの普及とともにホットスポットと呼ばれる犯罪多発地区の統計的推定が1990年代から欧米で始まり、地理学的な見地からの犯罪多発地区の分析や、犯罪危険地域を広く一般に知らせる活動が行われてきた。CPTEDの主要概念として、対象の強化、監視性、領域性などが提唱されているが、これらの概念は経験から導き出されたものであるため、定量的な研究の必要性が叫ばれている。特に、監視性や領域性は空間の可視性と密接に関わっており、Space Syntaxと呼ばれる視覚や動線に基づく空間分析手法を用いた検証が近年行われている。例えば2007年の6th International Space Syntax Symposiumでは、6件の犯罪に関する研究発表があった。一方日本では、欧米と比較して犯罪が少なかったことや、犯罪データの情報化が遅れたことなどから、この分野の研究者は限られていた。

しかし近年、犯罪情報のデータベース化と犯罪発生マップの公開、子供を狙った通り魔など相次ぐ凶悪犯罪の発生などから、CPTEDに関心を有する研究者が増加しており、日本建築学会や地理情報システム学会などで研究発表がなされている。現在までの国内外の研究を概観すると、犯罪マップを用いた分析や地域安全マップの作成による防犯活動は多いが、具体的な空間構成に深く踏み込んだ研究は少なく、空間構成を扱った研究でも、Depth Map(視界深度)やVGA(視界の広がり)など一般的な方法を利用するに留まり、空間構成から犯罪発生リスクにつながる有益な指標を作成するには至っていない。さらに実際の犯罪発生地点のデータを用いた研究は少ないことや、都市空間の多次元データから本当に有益な知見を引き出しているのかなど、更なる研究の余地は非常に多い。

申請者は、都市空間における主体の行動をモデル化・シミュレーションする研究を行い、シカゴ学派の都市モデルの再現などを通じて街頭犯罪に対する興味を抱いた。また、データマイニングや画像認識などの情報技術を建築分野に適用する研究や、街路・交通ネットワークの幾何学的最適化に関する研究などを行い、定量的・幾何的な分析能力を培ってきた。このような背景と技術的蓄積から、H17年に京都府警察本部犯罪情勢研究室の協力を得て、京都市西京区を対象とした車両系犯罪の空間分析を開始し、平成18年度科学研究費補助金若手研究(B)(3次元空間データマイニングによる都市街頭犯罪の空間分析と発生予測モデルの構築、研究期間2年)の助成を得て、京都市内の自動車関連犯罪とひったくりの空間分析を行い、以下の知見と課題を明らかにした。まず、京都市西京区の自動車関連犯罪では、特に中高層住宅地の洛西ニュータウンで、監視性を中心とした属性で説明力の高いモデルを作ることができたが、低層住宅地の犯罪発生を説明する高い説明力を有したモデルは未だ構築できていない。また、京都市伏見区を対象としたひったくり分析では、土地利用、照度、人口密度、推定歩行者数などの属性の組み合わせで、犯罪発生パターンをある程度の精度で説明することができた(文献3,8)。ただし、建物壁面の開口量が未だ考慮されていない、人の移動は最寄り駅までの最短経路による推定にとどまっているなどの課題を残している。以上の経緯を経て本研究を申請するに至った。

2. 研究の目的

本研究では、以上の研究を通じて得た知見と問題点を背景に、京都市内の街頭犯罪(自動車・バイク関連犯罪、ひったくり等)を対象として、2年間で以下の研究を行う。

(a)空間の監視性モデルの精緻化: 現在開発中の3次元ドーム型の可視性モデルにおいて、ドームの可視線分のメッシュパターンを検討や、可視グラフを利用した連続モデルへの拡張を行う。さらに開口部やエントランスなどのオブジェクトの面積を考慮したり、可視性のサンプリング点の改善を行う。

(b)空間の領域性のモデル化: 平面を可視領域で凸分割するend-point space(J. Peponis et al., 1997)などをベースとして、ミクロレベルでの空間の領域性を壁面の可視性と距離・角度などで説明する幾何モデルを提案する。さらに、道路ネットワークの階層性や行き止まりなど、主として動線を考慮したマクロなレベルでの領域性の検討も行い、これらを組み合わせることで、幾何学的見地から見た空間の領域性を評価する。

(c)高次元データからの効率的な知識発見と

犯罪発生予測モデルの構築：都市スケールの高次元で大規模なデータから犯罪発生に有益な空間構成ルールを発見するために、相関ルール的一种である Emergence Patterns, 決定木, グラフマイニングなどの構造データマイニング手法などを用いる。さらに予測モデルには、申請者らが開発した説明変数の多次元発生確率による離散化手法を発展させて用い、順序ロジスティック回帰やサポートベクター回帰など信頼性が高い最新の回帰分析方法を用いて高精度な予測モデルを構築し、外部空間の犯罪発生確率を計算する。

3. 研究の方法

(1) データの整備

対象地域として、既往研究で対象としている京都市の郊外（西京区、伏見区）と中心部（中京区）を引き続き行う。既往研究では伏見区と下京区は分析範囲が限定されているので、より広範囲で分析を行う。また犯罪種類は、自動車盗、車両荒らし、部品荒らし（西京区）、バイク盗、ひったくり（中京区、伏見区）と各地域で顕著なものとする。犯罪データは京都府警察本部犯罪情勢分析室から提供されたものを用い、地図データは、数値地図 2500/25000 空間データ基盤、国勢調査、土地利用、標高、建物の 3 次元ボリューム、建物ファサード画像、照度分布などに、交通センサデータや商業統計データなどを加え、古いデータは必要に応じて新しいものへと更新する。

(2) 監視性モデルの改良

現在は、建物の 3 次元のボリュームデータに対して、任意の地点における 3 次元の可視性をレイトレーシング法に準じた近似計算法により離散的に求め、視線ベクトルの長さなどの集計量で可視性を評価している。ドームの半径や視線ベクトルの本数等は既に検討しているが、離散化のパターン（仰角による密度変化）や、壁面開口量の違いなどの特徴量の追加はまだ十分に検討していない。さらに、離散的なモデルではなく、3 次元の空間に対して、平面の可視グラフを立ち上げることで、連続的に可視領域を把握するモデルを構築し、離散モデルとの比較も行う。また、平面上の視点のサンプリングは、建物内を除く一律 30m グリッドで行っているが、道路の中心部や農地内など、普段人間が行動しないような場所に対しても機械的にサンプリングを行っているため、人間が普段行動可能な場所にサンプリングを限定する。作業はできるだけアルゴリズムを作って自動化するが、問題が困難な可能性があるため、その場合は人手でサンプリング点を設定し、理論的検討は可能な限り検討する。

(3) 領域性モデルの開発

CPTED の領域性は地域コミュニティの強化などソフト面が強調される傾向があるが、ここではハード面として空間構成としての領域性（≒囲まれ度合い）に限定する。領域性は、視線の量を独立な変数として集計することで近似的に把握できる監視性とは異なり空間の連続性が関係すると考えられるため、少し複雑な定式化が必要となる。ここでは領域性を、J. Peponis らによって提案された end-point partition や surface partition を元に、壁面の視線分の交錯により生じる凸多角形として表現することを考える。さらにより単純なモデル化として、視点を固定した際にそこから見てどの程度空間が閉じているかを、建物間の隙間をパラメータとした壁面の連続性の問題としても考えてみる。これらは前述の可視ドームにも関係するので、次年度に両者の理論的対応をより深く検討する。さらに道路のネットワーク分析によりマイニング分析のデータとする。

(4) 犯罪発生場所に特有の空間構成ルールの抽出

Emergence Patterns などの希少ルールを発見する相関ルールや、決定木などの分類木アルゴリズムを用いて、犯罪発生に関係の深い空間構成ルールを抽出する。特に Emerging Patterns は多数の類似ルールが抽出されやすいことを考慮し、重要なルールだけを抽出するアルゴリズムを開発する。また、住宅の室配置分析で使用したグラフマイニング（文献 2,6）を用いて、道路ネットワークの構造が犯罪発生に関連するのかどうかの検討も行う。なお獲得されたルールは統計的検定を行って信頼性を評価するとともに、チャンス発見的な見地からもその重要性を評価する（文献 5）。

(5) 空間構成から見た犯罪発生確率予測モデルの構築

回帰分析を用いて任意の地点の犯罪発生確率を推定するモデルを構築する。できるだけ精度の高い予測モデルを作るために、説明変数を目的変数に対する同時確率を考慮したものに変換するなどの工夫を行う。回帰モデルには、順序ロジスティック回帰などの直接確率を出力するモデルに加え、サポートベクター回帰、リッジ回帰、PLS 回帰など、多くの説明変数に対応可能なロバストな回帰分析方法を用いる。なお犯罪発生地点は非発生地点と比較して少ないので、コスト考慮型学習法にて犯罪発生地点の誤分類コストを上げた学習を行う。構築されたモデルから各地点の犯罪発生確率を求めて犯罪マップと比較し、特に局地的な相違点に着目し、モデルの有効性を検証する。

(6) 考察とまとめ

得られた空間構成ルールや犯罪発生確率の分析から、空間構成と犯罪発生の関係を注意

深く考察する。そしてこれまでの研究の成果を纏める。

4. 研究成果

H20年度はGISデータの整備を中心に研究を行った。対象地域として、既往研究でも対象とした京都市伏見区を中心にデータを構築した。既往研究が対象とした半径1kmの範囲内ではなく、より地域のまとまりを考慮して、京阪電鉄や近鉄京都線の西側の南北2km東西1kmの伏見区中心部の範囲を対象地域とした。この範囲内において、ひたたくり犯罪、空間データ基盤、土地利用、電子住宅地図、建物画像などのデータを入手・整理し、GISデータベースを整備した。土地利用については、オントロジーを定義して粒度を考慮して分析を行えるように拡張を行った。分析対象とした空間は数値地図1/25000スケールが対象とする道路上とした。この分析対象道路において連続的な照度測定を行い細かな照度データを得た。この基本GISデータを基に、分析に必要な各種属性を計算するソフトウェアのプロトタイプを開発した。まず、歩行者推定モデルについては、既往研究の移動経路モデルを改良し、各駅からの利用圏を考慮するモデルとした。次に監視性・領域性のモデルでは、従来の離散的なモデルを改良し、視線がぶつかる建物種類の他、可視範囲内の土地利用面積を集計できるモデルへと拡張した。属性を求めるためのサンプリング点の発生方法は、従来のグリッドに基づく機械的なサンプリング方法から、ひたたくりを考慮して歩行動線上でサンプリング点を発生させる方法へと改良した。このようなデータベースを構築し、試行的に犯罪発生点と非発生点の各属性の違いを、平均値の差の検定や決定木により分析し知見を得た。また、継続的な街頭犯罪データの整備に向けて、定期的に警察の犯罪情報WEBページからデータを取得する為のツールを構築した。

H21年度は、昨年度に構築した京都市伏見区のGISデータや基礎的な分析モデルを中心に発展させ、本格的な分析作業を行った。監視性モデルにおいては、壁面開口部の影響を考慮した建物対空間の監視性を考慮できるようなモデルへと改良した。さらに街路の全方位画像から開口部や塀などを読み取りGISデータ化した。そして、Emergence Patternsなどの希少ルールを発見する相関ルールや、各種の分類アルゴリズムを用いて、犯罪発生に関係の深い空間構成ルールを抽出し、チャンス発見的な見地から相関ルールのネットワーク可視化を行い、それらの重要性を評価した。さらに、分類モデルを用いて任意の地点の犯罪発生を推定するモデルを構築した。犯罪が起こる場所は、空間の中で限られており、

その発生場所をできるだけ高い精度で予測するモデルを作るために、Emergence Patternsを拡張したCAEPと呼ばれる新しい分類モデルを採用した。その他の分類回帰モデルとして、ロジスティック回帰やBoosting型の決定木とコスト考慮型学習法を組み合わせた学習も行った。構築されたモデルから各地点の犯罪発生分類を求めて犯罪マップなどと比較し、特に局地的な相違点に着目した。

得られた空間構成ルールや犯罪発生地点の分類の分析から、空間構成と犯罪発生との関係を注意深く考察した。その結果、相関ルールとしては、開放性が中程度の空間で、ひたたくりが起こりやすいことがわかった。また、住宅地では用いた空間構成ルールで比較的うまく犯罪発生が説明できたが、繁華街では分類精度が低く、空間的因子よりも偶然性や人の流れがより強く作用していることが示唆される結果となった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

① Atsushi Takizawa, Wonyong Koo and Naoki Katoh: Discovering Distinctive Spatial Patterns of Snatch Theft in Kyoto City with CAEP, Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 9(1), 査読有, pp.103-110, May 2010.

[学会発表] (計6件)

① 瀧澤重志, 具源龍, 加藤直樹: 建物ファードを考慮した京都市伏見区中心部のひたたくりの空間分析, 日本建築学会第32回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp.175-178, 2009.12.4, 建築会館

② Atsushi Takizawa, Wonyong Koo and Naoki Katoh: Discovering Distinctive Spatial Patterns on Snatch in Kyoto City with CAEP, Procs of GeoComputation 2009, UNSW Sydney, Australia, Nov. 30-Dec. 2, 2009, pp.245-250, 2009.11.30.

③ 瀧澤重志, 具源龍, 加藤直樹: CAEPを用いた京都市郊外におけるひたたくりの空間分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), 都市計画, pp.841-842, 2009.8.26, 東北学院大学

④ 瀧澤重志, 具源龍, 加藤直樹: CAEPを用いた京都市郊外におけるひたたくりの空間分析, 日本都市計画学会関西支部研究発表会講演梗概集7, pp.21-24, 2009.7.25, 大阪市立大学文化交流センター

⑤ 瀧澤重志, 具源龍, 加藤直樹: 街路の視覚的情報を考慮した京都市伏見区中心部のひたつくりの空間分析, 日本建築学会第 31 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp.127-130, 2008.12.4, 建築会館

⑥ 瀧澤重志: 京都伏見区におけるひたつくり犯罪分析, 愛知県防犯研究会, 2008.10.6, 南山大学サテライトキャンパス

[その他]
ホームページ等

<http://sites.google.com/site/drtakizawa/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

瀧澤 重志 (TAKIZAWA ATSUSHI)
京都大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号: 40304133

以上