犯罪多発地点の予測に基づく防犯パトロール経路に関する提案

A Proposal of Preventive Patrol based on Prospective Hot Spots

野 貴泰[1]，糸井川 栄一[2]
Takahiro NO[1], Eichi ITOIGAWA[2]

[1] 警察庁
National Police Agency
[2] 筑波大学システム情報系
Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

In this paper, we discuss crime preventive patrol route based on prospective hot spots. First, examining crime prediction using retrospective crime data in Saitama-city, Prospective hot spots were identified by Kernel Density Estimation and Risk Terrain Modeling and we create crime prevention patrol route based on identified hot spots which was supposed by officers. Next, in order to assess the practicality of built patrol, we conducted questionnaire survey on police officers in charge of the patrol. The result was supported the practicality from officers. Finally, we propose crime preventive patrol route to police headquarters.

Keywords: *Crime Prevention, Preventive Patrol, Hot Spots, Police, Kernel Density Estimation, Risk Terrain Modeling*

1．はじめに

(1) 研究の背景

我が国の刑法犯認知件数は，1996年から2002年にかけて増加したが，2002年の約285万件をピークに減少に転じ，2014年は約121万人となり減少傾向にある[1)]．一方，警察庁が2015年度に実施した治安に関する調査によると犯罪被害に対して不安を感じないと答える国民が全体の２割程度であり，国民の犯罪被害に対する不安は依然として高い[2)]．この状況の中で政府は，「世界一安全な日本」創造戦略（2013年閣議決定）[3)]を策定し，2020年オリンピックの開催地である日本において，的確な犯罪対策を推進すると掲げており，警察行政への期待が大きい．しかしながら，警察行政は人員等など限られており，防犯効果の高い警察活動への支援が求められる．

近年，犯罪の地理的分布の研究において犯罪の分布はランダムではなく一定の集積があると報告されている[4),5)]．この特徴を持つ犯罪多発地点において警察が集中的に介入することで顕著な犯罪抑止効果があり[6)]，また，犯罪のリスクが高い場所を特定することは，将来の犯罪を予測し，警察における効果的な犯罪対策の意思決定を支持する[7)]．

警察による集中的な犯罪多発地点への犯罪予防活動として，防犯パトロール，交通取締り，職務質問などがあるが，防犯パトロールは犯罪多発地点により正確にパトロールが集中するほど，犯罪抑止に有効であると報告されている[8)]．しかしながら，我が国おいて警察の実務を踏まえた犯罪多発地点への集中的な防犯パトロールの研究の蓄積は十分でなく，防犯対策の推進が求められる．

(2) 既往研究

犯罪多発地点の予測・特定に関する研究では，原田ら[4)]は，過去に起きた実際の犯罪分布を示すヒストグラムから，それを生み出した連続的で滑らかな密度分布を推定するカーネル密度推定法を用いて侵入窃盗の分布を作成し，大都市圏における犯罪集中地区を明らかにした．

Caplanら[9)]は，犯罪が発生している状況を考慮しつつ，犯罪を誘発する可能性がある環境要因を特定し，予測された犯罪多発地点を検出するRisk Terrain Modeling（以降，「RTM」という）を用いて，犯罪のリスクが高い場所を予測・特定した．さらにChainey[10)]は，様々な犯罪多発地点を検出する手法間の比較を検討し，将来の犯罪を予測する能力を評価する指標軸を示した．しかしながら，予測能力を評価し，実際の犯罪及び環境要因の双方を考慮した防犯パトロールの研究は少ない．

防犯パトロールの研究では，Shermanら[11)]は，銃器犯罪を対象とした銃器犯罪多発地点における防犯パトロール等の警察活動の実験から銃器犯罪が減少し，さらに犯罪多発地点への集中的な警察活動が周辺地区へ犯罪の転移に寄与しないことを明らかにした．Kuoら[12)]は，犯罪発生地点ごとに警察官が個別で対応するより，犯罪多発地点を最短経路で結ぶパトロールは，対応時間が減少することを数理的なアプローチから明らかにした．さらに三本[13)]は福島県内において警察の集中的なパトロールが街頭犯罪を減すことを明らかにした．しかしながら，防犯パトロールの研究は諸外国に多く，また，警察実務に即した経路構築の研究は少ないことから我が国の実証的な防犯パトロールの研究が求められる．

(3) 研究目的

以上の観点から，本研究では限られた警察力で防犯等に資する警察活動を支援するために，犯罪多発地点の予測に基づく防犯パトロールに対する警察実務者による実用性評価を明らかにし，実用的な経路を警察行政に提案とすることを目的とする．

２． 研究方法

(1) 研究の流れ

まず，防犯パトロールの研究対象地，対象罪種，対象地における犯罪を誘発する環境要因の設定を行い，その対象地内の犯罪多発地点を特定する．犯罪多発地点の特定は，①犯罪多発地点の分析方法の選定，②予測精度向上のための過去実績データ期間の決定，③予測に基づく犯罪多発地点の特定の順で実施する．次に特定した犯罪多発地点を用いて警察の防犯パトロール運用を考慮した防犯パトロールを構築する．最後に構築した防犯パトロールを警察の防犯パトロール担当官等に対して，アンケート調査及びヒアリング調査を行い，構築した防犯パトロールの実用性を評価し，傾向を把握する（図1）．

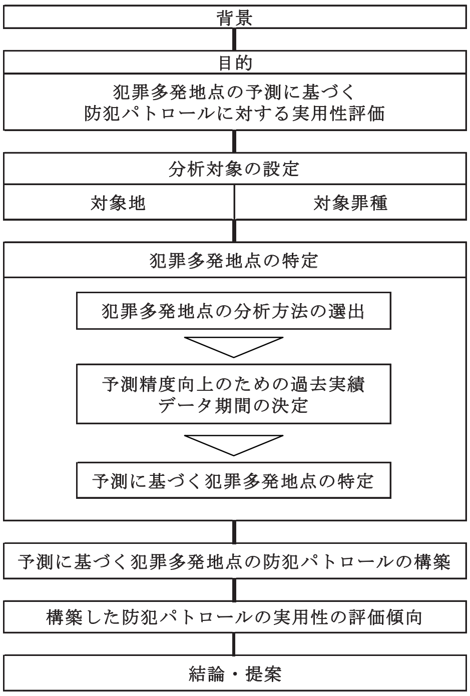

図1　研究フロー

(2) 対象地の選定

対象地は埼玉県さいたま市A警察署管内とする．同県は，2014年，2015年の犯罪統計[14]によると窃盗犯罪が全国で上位であり，かつ県内でA警察署は最も犯罪率が高い（図2）．なお，警察による防犯パトロールは警察署単位で実施されることから対象地は警察署管内とした．

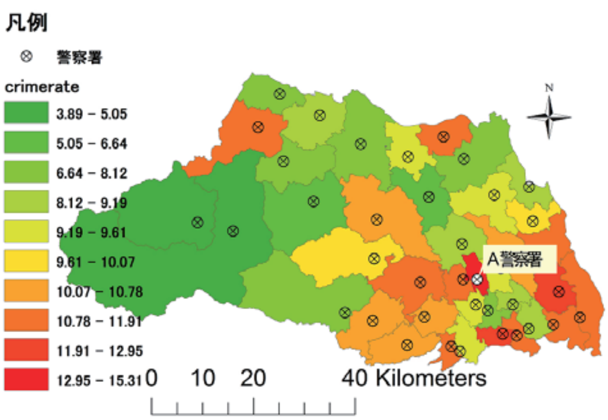

図2 埼玉県下の警察署別犯罪率（警察署管内推定人口1000人あたりの刑法犯認知件数）

(3) 対象罪種，環境要因

対象罪種は防犯パトロールとの親和性が高い街頭犯罪（自動車盗，車上ねらい，部品ねらい，自転車盗，オートバイ盗，自動販売機ねらい，ひったくり）とする．犯罪データは，2013年～2014年にA警察署管内で認知した地点データ 2556件（自動車盗29件（1.1%），車上ねらい264件（10.3%），部品ねらい163件（6.4%），自転車盗1880件（73.6%），オートバイ盗107件（4.2%），自動販売機ねらい23件（0.9%），ひったくり90件（3.5%））である．

A警察署管内における犯罪を誘発する環境要因は，既往研究，犯罪データの分析から選定した(表1).

表1　環境要因

環境要因	既往研究等	ﾃﾞｰﾀｿｰｽ
駅	徐[15]，木梨ら[16]，伊藤ら[17]，Drucker[18]	①
基幹道路	徐[15]，木梨ら[16]，伊藤ら[17]	①
駐輪場	徐[15]，Drucker [18]	②
駐車場	Drucker [18]，Fujita[19]	③
コンビニエンスストア	Fujita[19]	③
金融機関	木梨ら[16]	③
公園	犯罪データ	④
学校	Drucker [18]	④
低層建物	島田ら[20]，伊藤ら[17]	④
高層マンション	犯罪データ	⑤

注) ①数値地図2500，②日本二輪車普及安全協会[21]，③ゼンリン電子地図帳Zi18，④国土数値情報，⑤不動産・住宅情報サイト[22]

３． 犯罪多発地点の特定

本研究の犯罪多発地点は，既往研究[10),23),24)]を踏まえ，①研究対象エリアにおいて，任意の期間で将来に犯罪が起こる可能性があり，犯罪リスクが高く，または犯罪が集中している場所であり，その犯罪密度等が平均値から標準偏差の2倍以上高い地区と定義する．

犯罪多発地点の特定は，①犯罪多発地点の分析方法の選定，②予測精度向上のための過去実績データ期間の決定，③予測に基づく犯罪多発地点の特定の順で実施する．

(1) 犯罪多発地点の分析方法の選定

Kennedyら[7]は，犯罪多発地点の特定方法について，第一に過去の犯罪データを用いる方法，第二に犯罪を誘発する環境要因を用いた方法の２つの方法論があると述べている．環境要因は，犯罪を予防するために犯罪を行う犯罪者だけでなく，犯罪が発生する場所の環境に着目する環境犯罪学の考え方に基づくものである[20]．その分析方法は，過去の犯罪データについてはカーネル密度推定法，環境要因についてはRTMを採用する．

a) カーネル密度推定法

採用理由は，①犯罪の地理的分布のパターンを行政区などの人為的な境界に拘束されない形で全領域において犯罪密度の推定が可能であること[4]，②複数の空間分布手法を比較した結果，カーネル密度推定法が最も高い犯罪予測能力であったこと[10]，③我が国の警察機関で犯罪分析に用いられていること[25]が挙げられる．しかしデメリットとして，犯罪多発地点を抽出するための閾値（セルサイズ及びバンド幅）が恣意的になる問題点がある[5]．

b) Risk Terrain Modeling

採用理由は，①警察機関の実務において犯罪抑止の実績があること（カリフォルニア州警察においてRTMで作成したリスクマップを用いた集中的な介入で比較対象地区と比べて42%強盗が減した）[26]，②提供されているアルゴリズム及びツールが汎用的であること [7), 9)]が挙げられる．

RTMは，統計的に検証された環境要因ごとに空間的影響を示すマップレイヤをGIS上で重ね合わせ，各レイヤを合成したリスクマップを作成する．リスクマップを作成するためには，①罪種を特定する，②対象地を選択する，③対象期間を決める，④ベースのマップを入手する，⑤環境要因を入手する，⑥環境要因を特定する，⑦リスクレイヤを結合する手順が必要となる．詳細はマニュアル[9)]に詳しい．なお，手順⑥は，犯罪に影響を与える環境要因に対して統計的検定を用いて有意な要因を特定し，犯罪と環境要因のベストモデルを出力するRTMDx[27)]ソフトウェアを使用する．式[1]は，モデル式であり，目的変数を各セルの犯罪数，説明変数を環境要因の空間的範囲内の対象セルにおける犯罪の有無（バイナリ），回帰係数を犯罪と環境要因の影響度を示す値とする．

$$y_i = exp(\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdot\cdot\cdot + \beta_n X_n + \beta_0) \quad [1]$$

ただし，目的変数:y_i， 回帰係数:β_i, 説明変数:$X_i\{0,1\}$，定数:β_0, i:セル数

(2) 予測精度向上のための過去実績データ期間の決定

警察において直近である次月の犯罪戦略は，地域の犯罪情勢や人員配置を考慮する上で重要であり，過去の犯罪データから次の1ヶ月の犯罪を精度高く予測できれば，さらなる犯罪抑止につながると考えられる．Chainey[10)]は，将来の犯罪を予測する能力を評価する指標として，Prediction Accuracy Index(以降「PAI」という)を提案した．予測精度向上のための過去実績データ期間の決定とは，次の1ヶ月を予測する時に最もPAIが高い過去の実績データ期間を決定することである．PAIを式[2]に示す．研究エリアの全犯罪数に対する犯罪が起こると予想される場所(過去データに基づく犯罪多発地点)における犯罪数の割合をHitRateという．全研究対象面積に対する犯罪が起こると予想される場所の面積の割合をAreaPercentageという．つまり，犯罪が起こると予想される場所における犯罪数が多いほど，犯罪が起こると予想される場所の面積が小さいほどPAIは高い．

$$PAI = \frac{HitRate}{AreaPercentage} = \frac{\left(\frac{n}{N}\right)*100}{\left(\frac{a}{A}\right)*100} \quad [2]$$

n－犯罪が起こると予想される場所における犯罪数
N－研究エリアの全犯罪数
a－犯罪が起こると予想される場所の面積
A－全研究対象面積

予測月nに対する過去期間を式[3]で示す．n-kは予測月nに対する過去月を示す．予測月を対象期間内の各月，過去の実績データ期間を各予測月の直前の式[3]で示す1ヶ月間～12ヶ月間としてそれぞれのケースでPAIを算出し，各予測月でのPAIの傾向を把握し，PAIが高い期間を決定する．図3に予測月と過去期間の関係を示す．例えば，2014年1月を予測対象月，過去の期間を2013年の12月の1ヶ月間とすると，過去の1ヶ月間の犯罪多発地点内において予測月に発生した犯罪数をカウントし，PAIを計算する．この手順を12ヶ月間の過去の期間までそれぞれ計算し，最も予測能力が高い過去の実績データ期間を求める．この手順を対象期間内で予測月を変えながら繰り返し，PAIの傾向を把握する．なお，1ヵ月単位である理由は，用いた犯罪データにおいて週単位，日単位では犯罪数が0件の場合があり，PAIの傾向の把握が困難であるためである．また，用いる犯罪データの期間（2年間）の制約から過去実績データ期間は最大12か月間とする．

$$\sum_{k=1}^{t}\{n-k\} \quad [3]$$

ただし，n:予測月，k=1…12:遡る過去の期間
Σ{・}：予測分析の対象とする過去の期間を表す

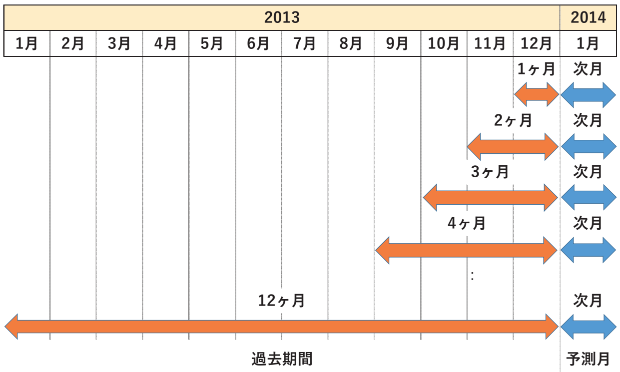

図3 予測月及び過去期間

(3) 予測に基づく犯罪多発地点の特定

次の1ヶ月を予測する時に最もPAIが高い過去の実績データ期間を決定し，このデータ期間を設定した過去の犯罪または環境要因を用いた方法ごとに犯罪多発地点を特定する．

a) 過去の犯罪に基づく犯罪多発地点の特定

カーネル密度推定法のセルサイズ及びバンド幅が恣意的になる問題に対して，Chainey[28)]はセルサイズ及びバンド幅の増減をPAIで評価し，セルサイズの増減に伴う予測能力の変動は少なく，スムージングが変化するだけであるが，バンド幅は小さいほど予測能力が高いと指摘している．本研究においてもPAIを用いてセルサイズ及びバンド幅を評価し，閾値を決定する．バンド幅について，予測する対象期間を2014年，過去の期間を2013年の12ヵ月間として自動車盗を対象にバンド幅を100m～600mまで100m単位で6段階変化させてケースごとにPAIを求めた．結果を図4に示す． 100mのバンド幅が最もPAIが高く，バンド幅が小さいほどPAIは高い傾向にある．これはChainey[28)]の指摘と同様の傾向であると考えられる．他方，セルサイズについて，Caplan[29)]は犯罪多発地点に警察が介入する十分な大きさである平均道路長の半分を推奨している．本研究の平均道路長の半分は27mである．

以上からバンド幅は100m，セルサイズは27mとする．

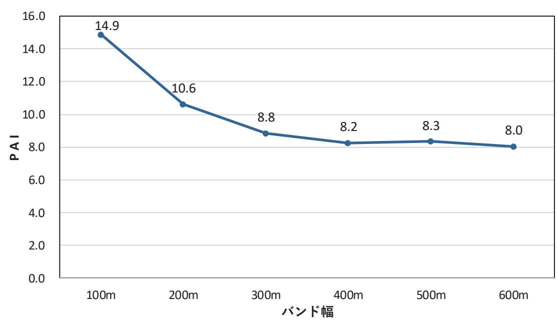

図4 バンド幅の変化によるPAI

次に予測精度向上のための過去実績データ期間を決定する．対象期間は，2014年1月～12月の各月を予測月，過去の期間を各予測月の直前の1ヶ月間～12ヶ月間とする．街頭犯罪データは，防犯パトロールは昼間帯(9:30～21:30)，夜間帯(21:30～9:30)の交代勤務であることから犯罪情勢を考慮し，昼・夜間帯別に分ける．

対象期間における昼間帯の街頭犯罪データを用いたPAIの結果を図5～6で示す．図5はPAI値，過去期間，予測月で各予測月の結果を示す．また，図6は図5における過去期間の平均PAI値，標準偏差を示す．図5から 昼間帯の各予測月のPAIは，過去の実績データ期間が大きくなるほどPAIが高くなる傾向であることがわかる．また，図6の平均PAI値を見ても同様の傾向であることがわかる．一方，夜間帯の街頭犯罪データについても，同様の結果であり，加えて過去の実績データ期間が長いほど，標準偏差は小さくぶれが小さい傾向であった（図略）．

以上から過去の期間が多くなるほどPAIが高い傾向であり，PAIの変動が少なく安定した予測能力を持つ「予測月の直前12ヶ月間」を予測精度向上のための過去実績データ期間として決定する．なお，予測月の直前だけでなく犯罪の季節性を考慮したPAIも考える必要があるが，検討した結果，直前の過去の期間と比較しても，季節性のPAI平均，標準偏差に大きな違いはなかった．

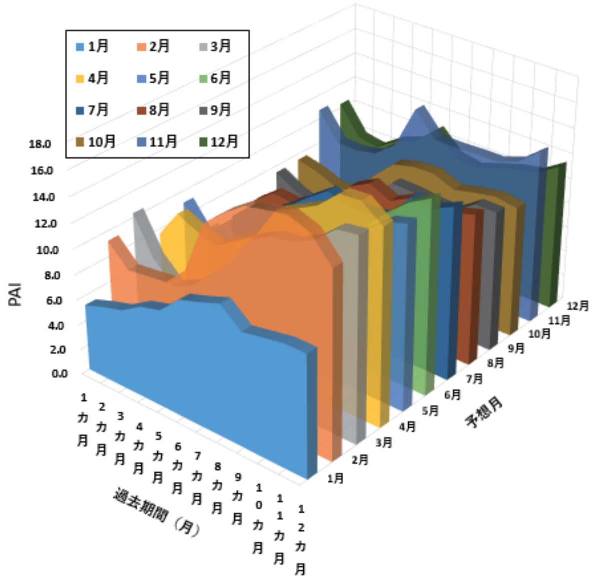

図5　各予測月におけるPAI(昼間帯)

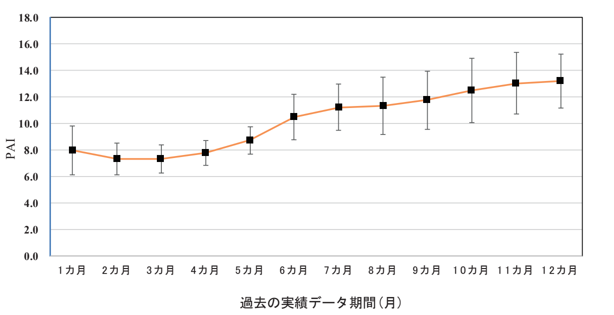

図6　各予測月におけるPAIの平均(昼間帯)

最後に過去の犯罪に基づく犯罪多発地点を特定する．カーネル密度推定法を用いて，バンド幅100m，セルサイズ27mを設定し，対象エリア内の犯罪密度(件/m^2)が平均値から標準偏差の2倍以上高い地区を特定する．対象期間は，2014年11月を予測月，過去の実績データ期間12ヶ月間(2013年11月～12月, 2014年1月～10月)とし，昼間・夜間帯別の街頭犯罪データを用いる．図7は過去の期間で作成した昼・夜間帯の犯罪多発地点（赤）である．なお，全対象エリア面積に対する犯罪多発地点の面積割合は，昼間帯では4%，夜間帯では5%である．また，作成した犯罪多発地点内の予測月の犯罪数は，昼間帯で32件，夜間帯では18件である．予測月の全犯罪数に対する割合(ヒット率)は，昼間帯で約52%，夜間帯では約55%となった．PAIを考慮することで昼・夜間帯ともに半分以上の犯罪が極めて狭い場所の集中していることがわかる．

以上から過去の犯罪に基づく犯罪多発地点を特定した．当該犯罪多発地点は，次章に述べる防犯パトロールの巡回点に採用する．

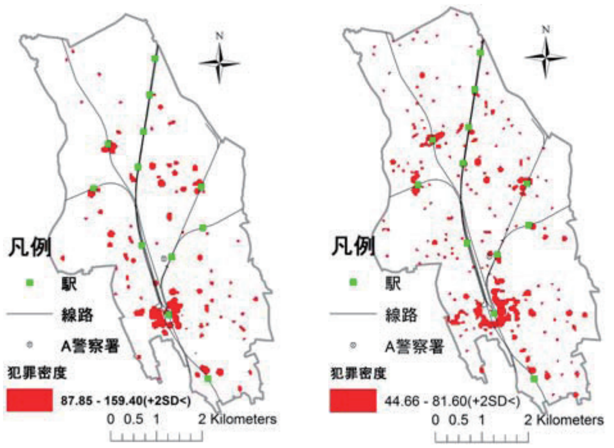

図7　昼間・夜間帯の犯罪多発地点(左:昼間，右:夜間)

b)　環境要因に基づく犯罪多発地点を特定

まず，RTMに基づくベストモデルを構築する．過去の実績データ期間12ヶ月間(2013年11月～12月, 2014年1月～10月)とし，自動車系(自動車盗，車上ねらい，部品ねらい)，自転車系(自転車盗，オートバイ盗)，ひったくり系(ひったくり)，自販機系(自動販売機ねらい)の4系の街頭犯罪データについて，昼間帯，夜間帯，昼・夜間帯の3つのパターンでデータを作成し，総パターン数は12とする．それぞれのパターンにおいて，犯罪と前出の10個の環境要因との関係をRTMDxを用いて統計的に検証したモデルを以下に示す．詳細はマニュアル[27)]に詳しい．12パターンのうち有意なベストモデルは，自転車系(昼間帯)は式[4]，自転車系(夜間帯)は式[5]，自動車系(昼・夜間帯)は式[6]，ひったくり(昼・夜間帯)は式[7]となる．

$$y_i = exp(4.1209 * \text{駐輪場}(\leq 27m) + 1.5156 * \text{金融機関}(\leq 135m) - 4.3412) \quad [4]$$

$$y_i = exp(2.2131 * \text{高層マンション}(\leq 27m) + 1.6217 * \text{駐輪場}(\leq 216m) + 1.1022 * \text{駐車場}(\leq 189m) - 5.4187) \quad [5]$$

$$y_i = exp(2.6251 * \text{駐輪場}(\leq 27m) + 1.6382 * \text{低層建物}(\leq 81m) + 0.7767 * \text{駐車場}(\leq 81m) + 0.5859 * \text{基幹道路}(\leq 189m) - 7.2348) \quad [6]$$

$$y_i = exp(1.0556 * \text{駐車場}(\leq 189m) - 6.95) \quad [7]$$

ただし，説明変数は環境要因の空間的範囲内の対象セルにおける犯罪の有無{0,1}，その説明変数の括弧内は空間的な影響範囲(m)を示す．

次に予測精度向上のための過去実績データ期間を決定する．前述の通り，過去の犯罪に基づくデータ期間は12ヶ月間に定めたが，環境要因においても同様のPAIの傾向があるか検討した．予測月は2014年11月，過去の実績データ期間は予測月直前の1，3，6，12ヶ月間とする．こ

の過去の期間ごとに犯罪カテゴリー別にRTMで犯罪多発地点を特定し，PAIを求めた結果を図8で示す．なお，PAI値が0の場合は，RTMDxで有意なモデルが生成できないことを示す．PAIの結果から過去の期間が大きいほどPAIが高い傾向であるとわかる．

以上から過去の犯罪と同様の結果であるため，環境要因に基づく犯罪多発地点の特定においても，「予測月の直前12ヶ月間」を過去実績データ期間として決定する．

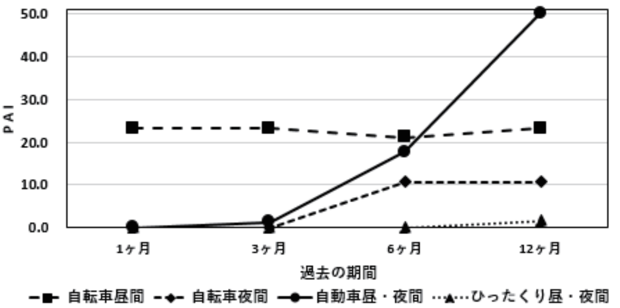

図8　犯罪カテゴリー別のPAI

最後に環境要因に基づく犯罪多発地点を特定する．最終の4系について，各ベストモデルを基にリスクレイヤを作成し，ラスタ演算で合成したものがリスクマップとなる．この各リスクマップのリスク相対値(Relative Risk Value)の平均値から標準偏差の2倍以上高い地区とそれ以外を分類し，犯罪多発地点を赤で表す．図9は自転車系(昼間帯)，自転車系(夜間帯)，自動車系(昼・夜間帯)，ひったくり(昼・夜間帯)ごとの環境要因を用いた犯罪多発地点である．

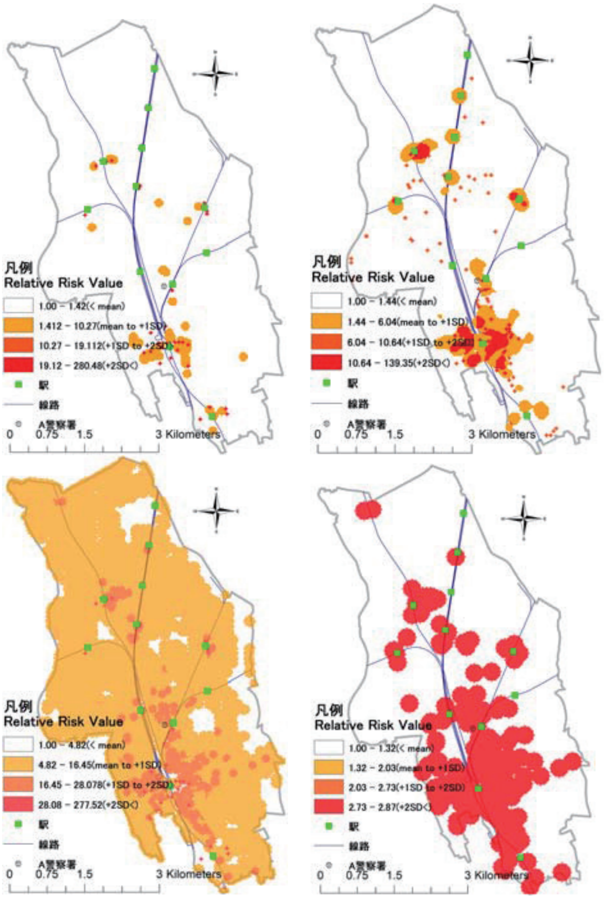

図9　環境要因に基づく犯罪多発地点
(上左：自転車系(昼間帯)，上右：自転車系(夜間帯))
(下左：自動車系(昼･夜間帯))，下右：ひったくり系(昼･夜間帯)

４．防犯パトロール経路の構築

本研究では，犯罪多発地点に防犯パトロールを集中させるほど，犯罪抑止に有効である[8)]との考えに基づき，特定した犯罪多発地点を巡回点とした防犯パトロール経路を構築する．以下に構築条件，構築方法を検討し，構築した経路の結果を示す．

(1) 構築条件

Kuoら[12)]は，パトロールの効率化のために，犯罪多発地点を最短経路で結び，一台のパトカーで巡回する経路を構築した．Kuoら[12)]の手法に対して，警察へのヒアリング結果から最短で巡回することも重要であるが，犯罪多発地点をなるべく多く通過する経路も有効であることがわかった．つまり，警察の運用に即した防犯パトロールが必要である．そこで，A警察署のヒアリングを基に警察の運用を踏まえた防犯パトロール構築の条件を考える．条件は，①防犯パトロールに適する対象罪種，②交代勤務時間を考慮した経路パターン，③対象エリアの分割，④必要なパトカー台数，⑤防犯パトロール時間，⑥経路の制約である．

①　防犯パトロールに適する対象罪種

防犯パトロールに適する対象罪種は，防犯パトロールが街頭犯罪全般を対象とすることから，自動車盗，車上ねらい，部品ねらい，自転車盗，オートバイ盗，自動販売機ねらい，ひったくりを街頭犯罪 として一括に扱う．

②　交代勤務時間を考慮した経路パターン

A警察署の防犯パトロールは昼間帯(9:30～21:30)，夜間帯(21:30～9:30)の交代勤務であることから，昼・夜間帯の犯罪情勢を防犯パトロール経路に反映させるため，犯罪データを時間帯別に分け，2経路を作成する．

③　対象エリアの分割

A警察署管内を北南で分割する．理由は，同署では，大型の駅を中心とした南エリア，大型の駅のない北エリアと分けて運用しているからである．

④　必要なパトカー台数

必要なパトカー台数は4台とする．北エリアに2台，南エリアに2台を配置する．特に南エリアは大型の駅に専従１台を割り当てる．これにより，防犯パトロール経路は北エリア，南エリアにそれぞれ2経路できることになる．

⑤　防犯パトロール時間

防犯パトロール時間の条件は，パトロール時間の短縮及び犯罪多発地点に留まる時間を多くする(多く通過する)ことを同時に行うことである．現運用では１回のパトロールに課される制約時間は事実上ないが，経路の最短化は必要である．110番対応など優先すべき事件・事故が入ると一旦パトロールを中止し，事案対応後，再びパトロールに復帰する．不確定な残された時間で最も時間が短く，犯罪が最も発生しそうな場所を巡回することは極めて重要である．よって，防犯パトロール時間の短縮のために巡回点の移動時間が最小化する配送計画問題（巡回セースルマン問題）を用いる．また，犯罪多発地点を多く通過するために，k-means法等を用いて巡回点を工夫する．なお，犯罪多発地点内を通過する走行時間は，犯罪多発地点外に比べて2倍の時間を要するとする．

本研究では，犯罪多発地点を最短距離で巡回する経路の構築に，Esri社のArcGIS Network Analystで提供されているVRP(Vehicle Routing Program)を用いる．

⑥　経路の制約

防犯パトロール走行経路は，行き止まり以外，Uターン禁止にする．なお，用いた道路ネットワークデータの制限から一方通行は考慮していない．使用する道路ネットワークデータは，数値地図2500である．

(2) 構築方法

ここでは，構築条件を基に防犯パトロールの構築方法について説明する．パトロールの巡回点を定め，巡回点のクラスタリングを行う．

①　巡回点の決定

犯罪多発地点のエリアをなるべく多く通るために，当該エリア内に重なるすべての道路リンク(交差点から交差点)を通過させたいと考える．特定した犯罪多発地点と重なる道路リンクをクリップし，ArcGIS のポリライン to ポイント変換機能で当該道路リンクの中央点にポイントを置く．このポイントを防犯パトロールの巡回点とする．中央点とすることで，犯罪多発地点に重なる道路リンク(行き止まりの道路を含む)を必ず通る経路を作成できる．当該巡回点を巡回すれば，犯罪多発地点のエリアをなるべく多く通ると考えられる．

②　k-means法を用いた巡回点のクラスタリングの検討

防犯パトロール時間の条件から経路距離を短くする必要があり，k-means法を用いる．k-means法は，巡回点間の距離の2乗和が最小になる中心を求めることで集中した巡回点群を作成し，群内で防犯パトロールをすれば経路距離は短くなると考えられる．ここでk-means法を用いて北エリア，南エリアの巡回点をそれぞれ2つのクラスタに分割することを考える．クラスタリングは，犯罪分析ソフトウェアCrimeStatⅢ[30]を用いる．図10は，ある過去期間12ヶ月間の昼間帯における街頭犯罪データを用いて，k=2のk-means法でクラスタリングを行った結果である．北エリアはオレンジ色，南エリアは青色の範囲でそれぞれ2つのクラスタを作成した．

図10　巡回点のクラスタ

(3) 経路構築

これまでの構築の条件，方法を踏まえ，防犯パトロールを構築する．

VRPの事前パラメータは，①拠点，②訪問先，③運用コスト属性，④行き止まり以外でのUターン禁止である．①拠点は，最短経路の起点，終点であり，A警察署から最も近い巡回点を最近接分析で求め，同じ巡回点を設定する．②訪問先は，各クラスタに属する巡回点であり，A警察署管轄における北エリアは222点及び70点，南エリアは303点及び73点である．③運用コスト属性は，30km/hで走行した時間であるが，特に犯罪多発地点内の道路リンクを通過した時は2倍の時間を要すると定める．

前述したように，防犯パトロール構築に使用する街頭犯罪データは，予測月を2014年11月に対する過去の実績データ期間12ヶ月間を昼間・夜間帯別で用いる．この街頭犯罪データから犯罪多発地点を特定し，当該地点に属する道路リンクの中央点を巡回点としてk-means法でクラスタリングを行い，各クラスタに属する巡回点に対してVRPを用いて犯罪多発地点の予測に基づく防犯パトロールを構築する．構築した防犯パトロール経路図には，環境要因に基づく犯罪多発地点を参考情報として併記する．理由は，過去の犯罪実績に基づく防犯パトロールだけでなく，潜在的な犯罪リスクを有する場所の情報は防犯パトロール担当官にとって有用であるからである．図11は，昼・夜間帯別の防犯パトロール経路を色別でパトカー4台分を示し，赤が過去の犯罪に基づく犯罪多発地点，薄赤が環境要因に基づく犯罪多発地点である[(1)]．

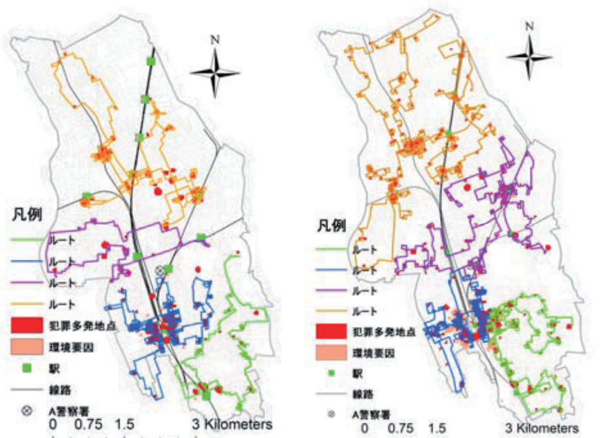

図11　構築した防犯パトロール経路
（左：昼間帯，右：夜間帯）

５．構築した防犯パトロールの実用性の評価傾向[(2)]

実用性の評価傾向は，構築した防犯パトロールが地域警察の防犯パトロール担当官等にとって実用的であるかを定量的及び定性的に評価し，傾向を把握することを目的とする．

(1)　研究対象

2016 年 11 月に A 警察署のパトロール担当官等（N=9）を対象に，自記式のアンケート調査及び対面によるヒアリング調査を行った．図 12 は，対象者の年齢区分を示す．30 代以下が全体の半数以上となることから，比較的若い世代が多いことがわかる．図 13 は経験年数を示す．経験年数が 3 年未満の未習熟者と 5 年以上の対象者の習熟者を比較すると未習熟者がやや多い．

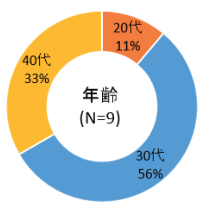

図12　対象者の年齢

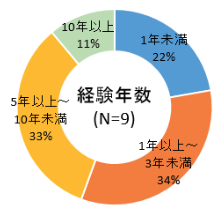

図13　対象者の経験年数

(2) 調査方法

調査項目は，①防犯パトロール運用の改善及び技術支援の必要性，②防犯パトロールの防犯効果，③犯罪多発地点，犯罪予測及び環境要因を用いた防犯パトロールの防犯効果，④防犯パトロールに用いる地図の実用性の計4項目で，評定尺法を用いて，そう思う，どちらかといえばそう思う，どちらかといえばそう思わない，そう思わないの4段階で質問した．

アンケート調査は，事前調査，事後調査で構成され，それぞれの調査の間で，犯罪多発地点における防犯パトロールの利点，構築した防犯パトロール等の研究説明を行った．分析は，4 段階尺度を 4〜1 に置き換え，数値化した上で定量分析を行った．表 2 は，アンケート調査内容について，事前・事後調査ごとの上記①〜④の調査項目，各設問内容，分析方法を示す．なお，統計分析には IBM 社の SPSS Statistics 22 を用いた．

ヒアリング調査は，アンケート結果を補完するために，調査項目に沿って防犯パトロール担当官の詳細な意見を定性的に把握・整理した後，考察を行った．

以上，アンケート及びヒアリング調査した結果から構築した防犯パトロールに対する実用性について調査項目ごとに支持・不支持の傾向を把握した．

表2　アンケート調査内容

事前	事後	設問内容	分析方法
①	-	a) 現状の防犯パトロール運用は今より改善ができるか b) 費やす時間・人員は今より効率的にできるか c) 勘や経験のほかに新たな支援が必要であるか	回答率
②	②	【事前】 a) 現状の防犯パトロールは犯罪によく遭遇するか b) 現状の防犯パトロールは効果的に犯罪を減らすか 【事後】 c) 構築した防犯パトロールは犯罪によく遭遇するか d) 構築した防犯パトロールは効果的に犯罪を減らすか	・回答率 ・対応ある t検定
-	③	a) 犯罪が多く発生する場所を特定し，防犯パトロールすることは防犯効果が高いか b) 犯罪の起こりそうな場所を特定し，防犯パトロールすることは防犯効果が高いか c) 犯罪を誘発する場所を防犯パトロールすることは防犯効果が高いか	回答率
④	-	犯罪地点マップ，犯罪密度マップ，犯罪多発地点マップはそれぞれ実用的か．	分散分析 多重比較

注) ③は，②の詳細項目にあたる．また，④は対象者に3種の地図を提示後，アンケートを実施した．

(3) アンケート結果・考察

a) 防犯パトロール運用の改善及び技術支援の必要性

図14は結果を示す．表2の事前①において，防犯パトロール運用の改善は，設問a)及び設問b)で肯定的に回答した対象者が約90%であった．一方，どちらの設問も11%の対象者が「そう思わない」と回答した．次に技術支援の必要性は，設問c)で肯定的に回答した対象者が100%であった．

以上から現状の改善及び技術支援の必要性を感じる傾向があるとわかる．これは対象者の67%は若い世代であることも寄与し，新たな技術支援を用いて現状を改善する意識が高いと考える．一方，11%の対象者がパトロール運用の改善の必要性を感じないと回答したことから，一方的な改善は受け入れ難いと考えられる．この結果から，構築した防犯パトロールが改善をもたらす可能性があるが，新技術支援の導入には綿密に担当者との協議が必要であることを示唆している．

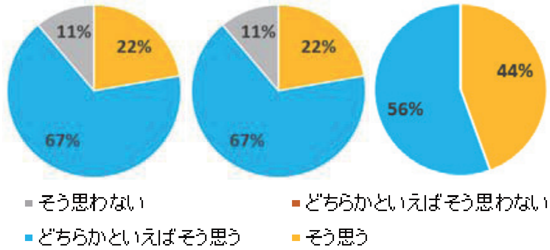

図14　現状の運用の改善(左)，時間･人員の改善(中)，技術支援の必要性(右)

b) 防犯パトロールの防犯効果

図15は，表2の事前・事後②の設問a)，c)について，前後で対応のあるt 検定を行った結果を示す．平均の差は有意(t=2.53，p<0.05)であった．

図16は，表2の事前・事後の②の設問b)，d)について，前後で対応のあるt検定を行った結果を示す．平均に有意な差はなかったが，「どちらかといえばそう思わない」と回答した対象者は5人から2人へ40%減少し，「どちらかといえば思う」と回答した対象者は4人から7人に75%増加した．一方，事後では構築した防犯パトロールの防犯効果について，設問c)，d)共に22%の対象者が「どちらかといえば効果がない」と回答した．

以上から犯罪多発地点の予測に基づく防犯パトロールを説明することで，現状よりも構築した防犯パトロールの方が犯罪に遭遇すると感じる人が多い傾向であり，意識の変化があったといえる．また，犯罪の減少への影響については事前・事後で有意な差はなかったが，構築した防犯パトロールが効果的に犯罪を減らすと感じる傾向であることがわかる．一方，構築した防犯パトロールの防犯効果について，22%の対象者（すべて経験年数が5年以上の者）が否定的な回答をした．これは，提案した新たな防犯パトロールよりも，現状の運用で習得した勘と経験に基づいた防犯パトロールの方を重視していると考えられる．本研究は実際のデータを用いた実証的な研究であるが，警察官が受け継ぎ，また，蓄積している知見も，膨大な経験というデータを積み重ねた実証的なものである．よって，より有効なルートを構築するために両者を突き合わせて検討することが今後の課題である．

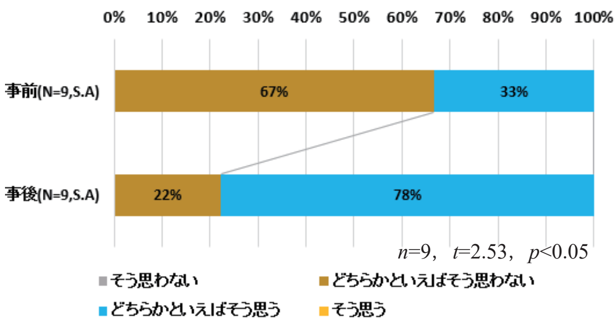

図15　犯罪遭遇の事前･事後の比較

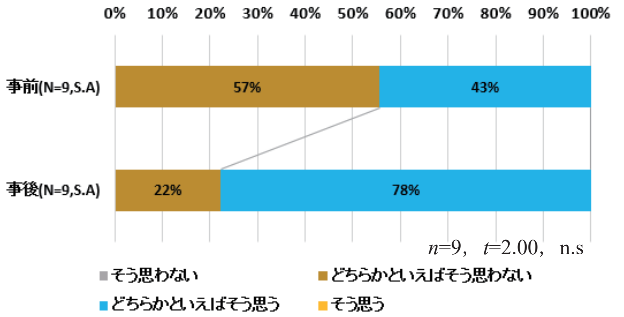

図16　犯罪減少の事前･事後の比較

c) 犯罪多発地点，犯罪予測及び環境要因を用いた防犯パトロールの防犯効果

図17に結果を示す．表2の事後の③の設問a)，b)について，犯罪多発地点及び犯罪予測の防犯効果は，肯定的に回答した対象者が100%であった．設問c)について，環境要因の防犯効果は，肯定的に回答した対象者が78%であった．一方，22%の対象者が否定的に回答した．

以上から，総じてこれらの防犯パトロールの防犯効果が高いと感じる傾向があるとわかる．一方で，環境要因の防犯効果は22%の対象者が否定的な回答したことから，潜在的な犯罪リスクを持つ環境要因に比べ，直接的な犯罪事実の方が直感的に防犯効果があると感じていると考えられる．また，RTMなどの高度な犯罪分析技術への理解の難しさから防犯効果に結びつけることが困難であったと考えられる．この結果から，研究者と実務家の相互理解を深め，信頼関係を構築することが重要であると考える．

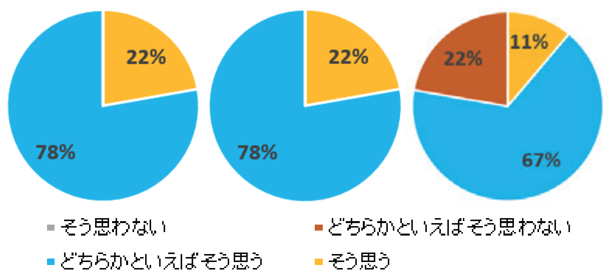

図17　犯罪多発地点(左)，犯罪予測(中)，環境要因(右)の防犯効果

d) 防犯パトロールに用いる地図の実用性

図18は，質問する前に提示した犯罪密度マップ，犯罪多発地マップを示す（犯罪地点マップは図略）．図19は，表2の事前④の設問の結果を示す．また，表3は，各地図の分散分析した結果を示す．各地図の平均の差は有意にあった(N=9，F(2,16)=5.714，p<0.05)．また，Bonferroniの多重比較の結果，犯罪地点と犯罪密度の地図間で有意差はなかったが，犯罪地点と犯罪多発地点の間は5%水準で有意差があった．

以上から，防犯パトロールに用いる地図について，犯罪多発地点を用いた地図に実用性を感じる傾向があるとわかる．これは，構築した防犯パトロールの防犯効果が支持されたアンケート結果と一致している．この結果から，狭隘な犯罪多発地点の地図は，実用的なパトロール活動領域であると感じていると考えられる．

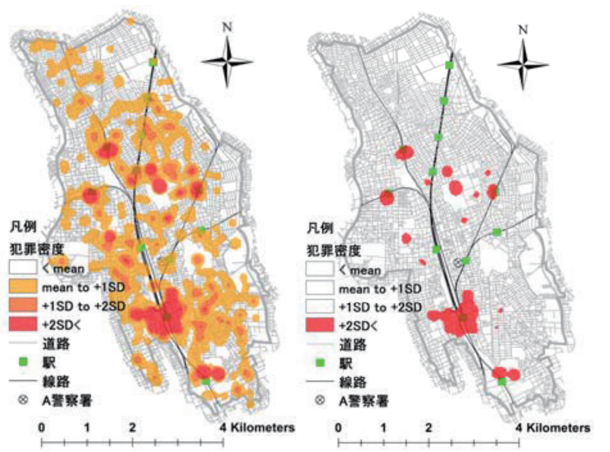

図18　犯罪密度マップ(左)と犯罪多発地点マップ(右)

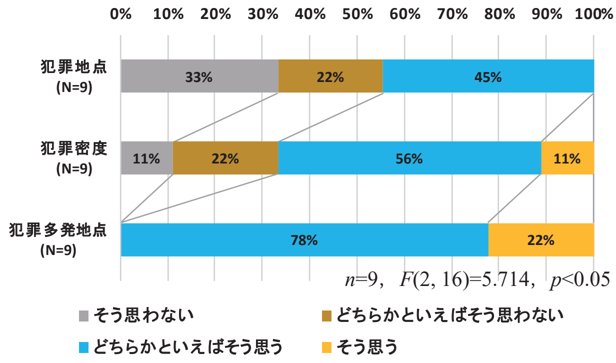

図19　地図の実用性評価における3群比較

表3　地図の実用性評価における3群比較

	犯罪地点	犯罪密度	犯罪多発地点	F値	多重比較
防犯パトロールに用いる地図の実用性	2.11(0.31)	2.68(0.29)	3.22(0.15)	5.71*	犯罪多発地点>犯罪地点

平均(標準偏差)　p<0.05

(4) ヒアリング結果・考察

表4は，ヒアリング調査の結果を示す．ヒアリング結果を調査項目別に考察する．

表4　ヒアリング結果

調査項目	結果
防犯パトロール運用の改善技術支援の必要性	・勘と経験の防犯パトロールを補助する意味で防犯パトロールで用いる地図を高度化する技術支援がほしい ・研究成果の犯罪多発地点を用いた防犯パトロール経路と現場のカーナビが連携してほしい ・本研究のような分析する時間はないので支援が必要である
防犯パトロールの防犯効果	長い距離を走るならば,本研究のような短い経路で1件でも検挙した方が効率的である
犯罪多発地点,犯罪予測,環境要因を用いた防犯パトロールの防犯効果	・犯罪多発地点は犯人が動いている場所であるため,新人が防犯パトロールを計画しやすい ・犯罪予測はよいと思う.犯罪以外の情報もほしい. ・犯罪を誘発する場所情報はあった方がよい.そのような場所に防犯パトロールで存在を示すのがよい
防犯パトロールに用いる地図の実用性	・犯罪密度は絞りきれないので犯罪多発地点マップがよい ・地図に情報量が多すぎると実用的でない

a) 防犯パトロール運用の改善及び技術支援の必要性

防犯パトロールで用いる地図や既存のカーナビゲーションシステムについて高度化の要望があり，本研究と使い慣れた既存システムとの連携への検討が必要であると考えられる．

b) 防犯パトロールの防犯効果

1回の防犯パトロールで防犯効果を最大化するには，積極的な犯罪多発地点への巡回や犯罪多発地点外における移動距離の最短化を進める必要があると考えられる．

c) 犯罪多発地点，犯罪予測及び環境要因を用いた防犯パトロールの防犯効果

防犯パトロールの未習熟者であっても，犯罪多発地点を把握することで一定の犯罪抑止が期待できると考えられる．また，犯罪誘発場所における見せる防犯パトロール活動は，犯罪企図者を抑制すると考えられる．しかし，防犯団体が行う青色防犯パトロールを住民が見ることで犯罪への被害リスク認知を引き上げる報告[31]があることから，警察における防犯パトロールにおいても同様に，住民と警察機関との相互で防犯対策への理解を深め，信頼できる関係を築くためのリスクコミュニケーションをさらに推進する必要があると考える．

さらなる情報の活用については，犯罪予測やRTMといった高度な技術や，ビッグデータを用いた応用技術を警察組織で検討するために，高度な犯罪分析技術を保有する研究機関との業務連携も必要であると考える．

d) 防犯パトロールに用いる地図の実用性

多くの情報を地図に提示することは混乱を招くこともあるとから，犯罪多発地点を用いた経路地図を作成する際は，担当者への要望調査をするなど情報を精査する必要があると考える．

(5) 実用性の評価傾向

総評すると，構築した防犯パトロールに対する実用性については，①防犯パトロール運用の改善及び技術支援の必要性，②防犯パトロールの防犯効果，③犯罪多発地点，犯罪予測及び環境要因を用いた防犯パトロールの防犯効果の3項目は，支持・不支持の傾向があり，④防犯パトロールにおける犯罪多発地点の地図の実用性については，支持のみの傾向であった．全体を俯瞰すると，少数の対象者による不支持の傾向があるものの４項目すべてにおいて，肯定的な回答は約80%以上であり，t 検定，分散分析等を実施した項目で有意な差が見られた．多くの対象者が構築した防犯パトロールを支持する傾向があるとわかる．これらを踏まえ，A警察署の防犯パトロール担当官等は犯罪多発地点の予測に基づく防犯パトロールの実用性を概ね支持する傾向があるとわかる．

６．結論

(1) 本研究のまとめ

本研究は，犯罪多発地点の予測に基づく防犯パトロールに対する警察実務者による実用性評価を明らかにし，構築した経路を警察行政に提案とすることを目的として研究した．

本研究によって得たれた成果は以下のとおりである．

① 予測精度向上のための過去実績データ期間をPAIで検討した上で，過去の犯罪及び環境要因に基づく犯罪多発地点を特定し，これらの犯罪多発地点を基に警察の運用を踏まえた防犯パトロール経路を構築した．

② 構築した防犯パトロールが警察の防犯パトロール担当官等にとって実用的であるかを定量的・定性的に評価し，傾向を把握することを目的として，アンケート及びヒアリング調査を行った．これらを分析・整理した結果，少数の対象者による不支持の傾向があるものの，多くの対象者が支持していることから，A警察署の防犯パトロール担当官等は実用性を概ね支持する傾向があるとわかった．

犯罪学の基礎理論にある日常活動理論[32]は，「犯罪の動機がある者」「適当な犯行対象（被害者，財産等）」「有能な監視者の不在」の三要素が時間・空間的に重なるときに犯罪が発生するという理論である．本研究で特定した犯罪多発地点は，当該理論の条件が合致し，集中した場所であると考えられる．これに対して，防犯パトロールが有能な監視者と仮定すると構築したパトロール経路は，犯罪多発地点を重点的に巡回できることから理論上の条件が合致せず，犯罪の発生を効果的に低減できると考える．

(2) 提言

得られた成果を踏まえ，以下に提案を述べる．

第一に，住民の要望を反映した防犯パトロール経路の構築である．防犯パトロールを実施する地域の住民の目線に立つと，犯罪多発地点だけはなく，少年のたむろする場所等に対する防犯パトロール強化の要望も多い[33]．この要望に対して，構築した防犯パトロールは，柔軟かつ容易に対応可能である．また，本研究の技術は，自主防犯ボランティア団体が実施する青色防犯パトロールにおいて，住民目線の経路を構築することも可能であると考える．住民の要望を反映することで警察機関・住民双方によって防犯対策への理解が深まり，さらなる信頼関係の構築に寄与するものと期待される．

第二に，既存システムとの連携である．構築した防犯パトロールと警察における既存のカーナビゲーションシステムとの連携要望を受けた．これらが連携することで，既存のリソースを活用しつつ犯罪多発地点を巡回する防犯効果の高い防犯パトロール運用が期待される．

第三に，現場警察とのリスクコミュニケーションの推進である．アンケート調査の中で，防犯効果について約2割の対象者が否定的な回答をした．これは提案した新たな防犯パトロールよりも勘と経験をより重視していると考えられる．膨大な経験のデータを生かしつつ，新たな技術支援のメリット・デメリットについて，研究者と現場の実務家の相互理解を深め，信頼できる関係を構築する，リスクコミュニケーションがさらに求められる．

最後に，国民の安全性確保の観点等から難しい現状であるが，犯罪多発地点の防犯パトロール等を実施する実験地区と特別な行動をしない統制地区にわけて実証的検証を試み，さらなる犯罪抑止を推進させることを今後の課題とする．

謝辞

研究にご協力いただいた埼玉県警察ならびに科学警察研究所の関係者の皆様に深く感謝いたします．

なお，本研究の一部は，文部科学省リスクコミュニケーションのモデル形成事業（学協会型）による地域安全学会の取組み「行政・住民・専門家の協働による災害リスク等の低減を目的とした双方向リスクコミュニケーションのモデル形成事業」によるものである．

補注

(1) GIS上の防犯パトロール走行時間（昼間帯）は，走行速度30km/hで北エリアの上部は115分，下部は44分，南エリアの上部は126分，下部は52分であった．しかし，パトロールは現実空間で実施することから，現実の走行時間や犯罪多発地点の現状を把握することは重要である．そこで，試験的にA警察署管轄の北部エリア（上下部の経路のうち上部）において，経路を車両で走行した．構築した経路では，犯罪多発地点内を通過する走行時間は犯罪多発地点外に比べて2倍の時間で設定

したが，一般車両による低速走行上の問題回避と比較の簡易化のため，犯罪多発地点内外において走行時間の重み付けは同じ１倍とし，全道路を30km/hで走行することとした．結果，走行時間については，GIS上では75分で計算されたが，実際には104分であった．対象経路は細い道が多いため，全道路を30km/hで走行することは難しく，さらにGIS上では一方通行は考慮していないが，実際は一方通行が多く，迂回経路を選んだため時間を要した．走行する経路の都市環境について，当該エリアの犯罪多発地点では，駐輪場・駐車場が多く点在していた(写真1)．また，駅周辺以外の当該場所は低・中層住宅地区の人通りのない状況であった．これは，監視性の欠如が犯罪の起こりやすい空間を誘発するという防犯環境設計の理論[34)]に合致すると考えられる． なお，当走行実験で明らかになった道路状況や都市環境は，実用性の評価のためのアンケート調査において，補足事項として防犯パトロール担当官に説明した．

写真1　北部エリアの駐車場

(2) 本章で実施しているアンケート調査の対象者数は，N=9と極めて少なく，また，無作為抽出されたものではないため，このデータで統計的有意性を検討することは無理がある．しかし，アンケートの対象者は，A警察署の数少ないパトロール担当官であり，防犯パトロールの効果を経験的に理解し，同署管内の市街地状況と犯罪発生状況を熟知している．このような担当官である故に，提案したパトロール経路の実用性に関する評価結果は，一つのエキスパートジャッジメントとして信頼に足りるものであり，単に，統計的に有意性を確認できないからと言って，無意味であるとはいえないと考える．

参考文献

1) 警察庁HP: 平成27年警察白書, https://www.npa.go.jp/hakusyo/h27/index.html,2016.
2) 警察庁HP: 平成27年度地域の犯罪実態の分析に向けた意識調査に関する調査研究, https://www.npa.go.jp/safetylife/seianki/isikichosahoukokushohonpen.pdf,2016.
3) 首相官邸HP:「世界一安全な日本」創造戦略につて, http://www.kantei.go.jp/jp/singi/hanzai/kettei/131210/kakugi.pdf, 2016.
4) 原田豊,島田貴仁: カーネル密度推定による犯罪集中地区の試み,科学警察所報告防犯少年編, 2000.
5) 島田貴仁,菊池城治,齊藤知範,原田豊: 犯罪ホットスポットの時間的安定性の検討-ローカルな空間的自己相関を用いて-,地理情報システム学会講演論文集, 16, pp.335-338, 2007.
6) Braga, A.A. : The effects of hot spots policing on crime,Campbell Systematic Reviews, 1, pp.1–36, 2007.
7) Kennedy, L.W., Caplan, J.M. and Piza, E. : Risk clusters.hotspots and spatial intelligence . risk terrain modeling as an algorithm for police resource allocation Strategies,Journal of Quantitative Criminology 27(3), pp.339-362, 2011.
8) Sherman, L.W. and Weisburd, D. : General Deterrent Effects of Police Patrol in Crime Hot Spots . A Randomized.Controlled Trial, justice Quarterly, 12, 1995.
9) Caplan, J.M. and Kennedy, L.W. : Risk terrain modeling manual, Rutgers Center on Public Security, 2010.
10) Chainey, S.P., Tompson, L. and Uhlig, S. : The Utility of Hotspot Mapping for Predicting Spatial Patterns of Crime, Security Journal, 21, pp.4-28, 2008.
11) Sherman, L.W. and Rogan, D. P. : Effects of gun seizures on gun violence Hot spots patrol in Kansas City, Justice Quarterly, 12(4), pp.673–693, 1995.
12) Kuo, P.F., Lord, D. and Walden, T.D. : Using geographical information systems to organize police patrol routes effectively by grouping hotspots of crash and crime data, Journal of Transport Geography, 30 (1), pp.138–148, 2013.
13) 三本照美: カーロケーターシステムを利用した警察パトロール活動の評価, 科学警察研究所報告, 61(1), pp.7-15, 2010.
14) 警察庁HP:犯罪統計,https://www.npa.go.jp/toukei/index.htm, 2016.
15) 徐鳳教: 東京区部における窃盗犯罪の空間分布と環境要的因の分析,リスク工学研究, 4, pp.45-53, 2008.
16) 木梨真知子,金利昭: 防犯計画のための環境的要因分析に基づく犯罪発生空間の考察:茨城県日立市のひったくり犯罪をケーススタディとして, 土木計画学研究論文集 , 25, pp.329-338, 2008.
17) 伊藤文也,糸井川栄一,梅本通孝: 局所的環境特性から見た犯罪発生要因に関する研究-板橋区におけるひったくり犯罪を対象として,地域安全学会論文集, 13, pp.109-118, 2010.
18) Drucker,J.: Risk Factor of Larceny.Theft.RTM Insights, http://www.riskterrainmodeling.com, 2010.
19) Fujita.: Risk Factor for auto Theft.RTM Insights, http://www.riskterrainmodeling.com, 2010.
20) 島田貴仁,原田豊: 都市の空間構成と犯罪発生の関連-GISによる定量分析,科学警察研究所報告 防犯少年編, 40(1), pp.1-22, 1999.
21) 日本二輪車普及安全協会HP,http://www.jmpsa.or.jp/society/parking, 2016.
22) 不動産･住宅情報サイト: Home'sマンションアーカイブ, http://www.homes.co.jp/archive/, 2016.
23) Sherman, L.W.: Hot spots of crime and criminal careers of places, Crime and place, 4, pp.35-52, 1995.
24) Drawve, G.: A metric comparison of predictive hot spot techniques and RTM, Justice Quarterly, 33 (3), pp.369-397, 2016.
25) たとえば,埼玉県警HP:事件事故発生マップ,https://webmap.police.pref.saitama.lg.jp/machikado/webmap/mapaddress_top.html, 2016.
26) Kennedy, L.W., Caplan, J.M. and Piza, E.: A Multi-Jurisdictional Test of Risk Terrain Modeling and a Place-Based Evaluation of Environmental Risk .Based Patrol Deployment Strategies, Rutgers Center on Public Security, 2012.
27) Heffner, J.: Statistics of the RTMDx Utility . In Risk Terrain Modeling Diagnostics Utility User Manual, Rutgers Center on Public Security, pp.35–39, 2013.
28) Chainey, S.P.: Examining the influence of cell size and bandwidth size on kernel density estimation crime hotspot maps for predicting spatial patterns of crime, Bulletin of the Geographical Society of Liege, 60, pp.7-19, 2013.
29) Caplan, J.M.: Mapping the spatial influence of crime correlates. A comparison of operationalization schemes and implications for crime analysis and crime justice practice, Cityscape,13(3), pp57-83, 2011.
30) Christopher, W. B. and Susan, C.S.: Spatial Statistics in Crime Analysis Using CrimeStat III®,Edition 2.1, 2011.
31) 島田貴仁,雨宮護,菊池城治: 近隣での防犯対策が市民の犯罪の知覚に与える影響 青色防犯パトロールと犯罪発生マップを例にして,犯罪社会学研究, 35, pp.132-148, 2010.
32) Cohen, L.E. and Felson, M. : Social change and crime rate trends A routine activity approach, American Sociological Review, 44, pp.588–608, 1979.
33) 埼玉県警 HP,http://www.police.pref.saitama.lg.jp, 2016.
34) 防犯環境デザイン研究会: 犯罪予防とまちづくり,丸善株式会社, 2006.

(原稿受付　2017.5.20)
(登載決定　2017.9.9)