

地理的犯罪予測と人の流れデータ

— 犯罪抑止要因としての「人の目」と Risk Terrain Modeling —

大山 智也[†] 雨宮 護[‡]

[†] 筑波大学システム情報工学研究科 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

[‡] 筑波大学システム情報系 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

E-mail: [†] s1730128@s.tsukuba.ac.jp, [‡] amemiya@sk.tsukuba.ac.jp

あらまし 都市空間における近い将来の犯罪発生リスクを予測する地理的犯罪予測において、犯罪を促進・抑止する要因を予測変数として加えることは、通常容易ではない。本研究では、犯罪に関連する要因を重ね合わせることで予測する Risk Terrain Modeling を用い、これに人の流れデータを適用したものである。車上狙い、および部品狙いの発生を駐車場・コインパーキング、コンビニエンスストア、道路の分布から予測するモデルに対し、これに通行量の多寡を示すものとしての人の流れデータ、および地区の社会経済的地位としての世帯年収推計データを加えることで、予測精度が 1.4 倍程度向上した。

キーワード 犯罪予測, 地理的犯罪分析, Risk Terrain Modeling, 人の流れデータ, パーソントリップ調査

1. はじめに

1.1. 地理的犯罪予測と犯罪促進要因

一つの市の中の街区,あるいは通りといった詳細な空間単位,かつ月ごと～日ごとといった時間単位で,将来の犯罪発生リスクを予測する地理的な犯罪予測が,近年欧米を中心に研究・開発の対象となっている[1].

そうした手法の一つである Risk Terrain Modeling (RTM) は,ラトガース大学犯罪学部,および公共安全センターの Joel Caplan らが開発したものである。RTM は,犯罪と関連する都市のリスク要因をマッピングし,重ね合わせることで,犯罪リスクの高いエリアを予測する。たとえば, Caplan et al. (2011)[2]では,発砲事案の発生リスクを「ギャング構成員の住居」,「薬物事案の逮捕のあった場所」,「バーや酒店などの商業施設」の分布を用いて予測している。

この RTM について,大山・雨宮 (2017)[3]は,福岡県のある都市で発生した車上狙い・部品狙い(以下,車上狙い等)について,「駐車場・コインパーキング」,「コンビニエンスストア」,「道路」の分布状況を用いて予測を行った。他の犯罪予測手法と比較したところ,RTM の予測精度は,他手法を最大で 2 倍程度上回る結果となり,日本における地理的犯罪予測において,当該手法の一定の有用性が確認された。

この分析では,車上狙い等の予測変数として,駐車場等の施設分布状況が用いられたが,これらは物理的な構築環境を示すと同時に,犯罪学上では,車上狙い等の Crime generators[4],[5],すなわち「犯罪を生み出す場所」[6]と表現される。これは,潜在的な被害対象が多く集まる場所を指し,犯行対象が多いという理由から,その分だけ多くの犯罪被害を生み出す結果となる。

一方で,同種の施設でも,その立地や管理水準によ

り,犯罪発生リスクが異なる可能性が考えられる。たとえば,同じ規模の駐車施設であっても,周辺の人通りの多寡や,係員の存在などにより,犯罪を見咎められる可能性が異なる。犯罪行為を抑止しようとした要因の不在・不足により,結果として犯行機会を与えてしまう場所は,「犯罪を阻止できない場所 (Crime enablers)」[6]と呼ばれる。地理的犯罪予測においては,潜在的な被害対象の多さを示す物理的環境に加え,こうした犯罪促進要因を同時に考慮することで,予測精度の向上を見込むことができよう。しかし,施設周辺の通行量といった情報は,現地を具に調査しなければ得ることができず,データ分析に利用することは容易ではない。

1.2. 人の流れデータと年収推計データの利用

東京大学空間情報科学研究センターが提供する「人の流れ」データは,パーソントリップ調査の個票データをもとに,移動者の毎分の位置情報を内挿補完したものである[7]。各レコードは,性別や年齢,利用交通手段等の属性情報を有し,さらに拡大係数を用いることで,当該地点の滞留人口の推定値を得ることができる。すなわち,関心のある場所・地区周辺の通行量の多寡を疑似的に得ることができる。

また,犯罪学では,地区住民の所得階層,職業的地位といった社会経済的地位 (Socioeconomic Status: SES) と犯罪との関連が以前から指摘されてきた(たとえば, Kornhauser, 1978 [8]; Sampson and Groves, 1989[9]など)。一般に,犯罪は社会経済的地位の低い地区で発生しやすい (Taylor et al., 2017[10]) が,こうした要素を考慮することも,地理的犯罪予測を行う上で有用であると考えられる。

そこで本研究では,車上狙い等を対象とした RTM による発生リスク予測に対して,潜在的な被害対象が多

く存在しうる駐車場等の物理的環境に加え、周辺の通行量、および社会経済的地位を考慮した分析を行う。その際、通行量を示すものとして人の流れデータを、社会経済的地位を示すものとして地区の世帯年収推計データを用いる。

2. 方法

本研究では、福岡県下の一都市の中心市街地エリア（面積約 5.5km²、2010 年時点人口 54,789 人）において、同地域で発生した車上狙い等のリスク予測を行った。予測とその検証は、あらかじめ設定した予測変数により構成された RTM により、犯罪予測地図を作成（予測のプロセス）、その上で 2014 年 7-12 月に発生した車上狙い等の発生地点を重ね合わせ、設定した高リスクエリアにおいて、何割の発生地点を的中させることができたかを調べた（検証のプロセス）。

予測の空間的な単位は、対象地域全体に設定された 25m 四方のグリッドセルであった（セル数は 8,423）。予測の時間的な単位は、1 ヶ月ごととした。つまり、7 月から 12 月の車上狙い等発生地点を、1 ヶ月ごとに同一の予測地図の上に重ね合わせ、月ごとにその予測精度を評価した。

RTM を構築する上で使用した予測変数は、①物理的環境としての施設の分布状況：「駐車場・コインパーキング」、「コンビニエンスストア」、「道路・細道路」の分布、②通行量の多寡としての人の流れ：北部九州都市圏の人の流れデータのうち、6-18 時までの「徒歩」、「自転車・電動自転車」による移動で、かつ対象地域内のトリップのみを抽出したもの、③社会経済的地位を示すものとしての地区の世帯年収推計値：平均世帯年収の推計値（年収別世帯数推計値に階級値を乗算後、全世帯数で除したもの）であった。なお、③については町丁目ごとに求められたものとなる。データはそれぞれ、①「Zmap-AREA II (2014-3 版)」株式会社ゼンリン、②「2005 年北部九州都市圏人の流れデータセット」東京大学空間情報科学研究センター、③「年収別世帯推計 2013 住宅所有形態：福岡県」株式会社マップマーケティング、から使用した。

モデルの構築は、まず、①のみを用いて RTM を実行した上で、そのリスク値に②と③から求めたリスク値を足し合わせるという手順で行った。①から作成した RTM は、各施設の分布（駐車場やコンビニエンスストア等はポイント、道路等はライン）からカーネル密度推定を行い、各変数の推定値を平均と標準偏差をもとに 0-3 の 4 水準に再分類し、重ね合わせるという手順で行われた。次に、②の各レコードに拡大係数をかけ、点密度を求めたもの、③をもとに作成した町丁目ごとの主題図（②、③ともに平均と標準偏差をもと

に 0-3 の 4 水準に分類：点密度や平均年収が少ないほど、リスク値が高くなるよう割当て）を作成し、それぞれのリスク値を①から作成した RTM に足し合わせた。

一連の分析は、ArcGIS 10.3 を用いて行われた。

3. 結果

図 1 には、①から作成した RTM（①のみ）、①と再分類した②の値を足し合わせたもの（①+②）、①と再分類した③の値を足し合わせたもの（①+③）、①、②、③すべてを足し合わせたもの（①+②+③）をそれぞれ示した。なお、各予測地図では、リスク値を 10 水準に等量分類し、上位 3 水準に属するセルを「高リスクエリア」として赤く塗った。

予測精度の検証は、的中率：高リスクエリアで実際の犯罪発生何割を予測できたか、および、予測効率：高リスクエリアの面積割合で的中率を除いたもの、で評価した。まず、月ごとに指標値を算出し、その平均と標準偏差を求めた。表の右端には、月ごとに発生した実際の車上狙い等の発生件数を示している。たとえば 7 月の場合、4 件の車上狙い等が発生しているが、この月における的中率 25.0%は、4 件中 1 件を高リスクエリアで的中させたことを意味する。

的中率についてみると、6 ヶ月平均では①のみ（物理的環境のみ）の RTM から、②の人の流れデータを加えた場合では 40.9%から 47.1%と 6 ポイント程度精度が向上している。これに③の年収データを加えると（①+②+③）的中率は 40.9%から 56.3%まで向上し、約 1.4 倍となる。月ごとの的中率をみても、①+②+③の的中率は、8 月を除くすべての月で①のみの場合を凌駕している。

次に予測効率についてみると、①のみの場合と②を加えた場合では、1.87 から 1.68 と低下している。これは、②を加えることで、対象地域全域に占める高リスクエリアの面積割合が増加し、予測領域が広がっていることを意味する。しかし、これに③を加えると（①+②+③）、予測効率は 1.92 へと改善する。これは、③を加えることで、高リスクエリアの面積が縮小したことを意味している。

4. 考察

今回は、物理的環境のみから構築した RTM に対し、通行量の多寡を示すものとしての人の流れデータ、および地区の社会経済的地位を示すものとしての世帯年収推計データを考慮することで、的中率、および予測効率が向上した。

的中率からみると、物理的環境のみの場合（①のみ）に対し、人の流れデータを加えた時点で、精度は 6 ポ

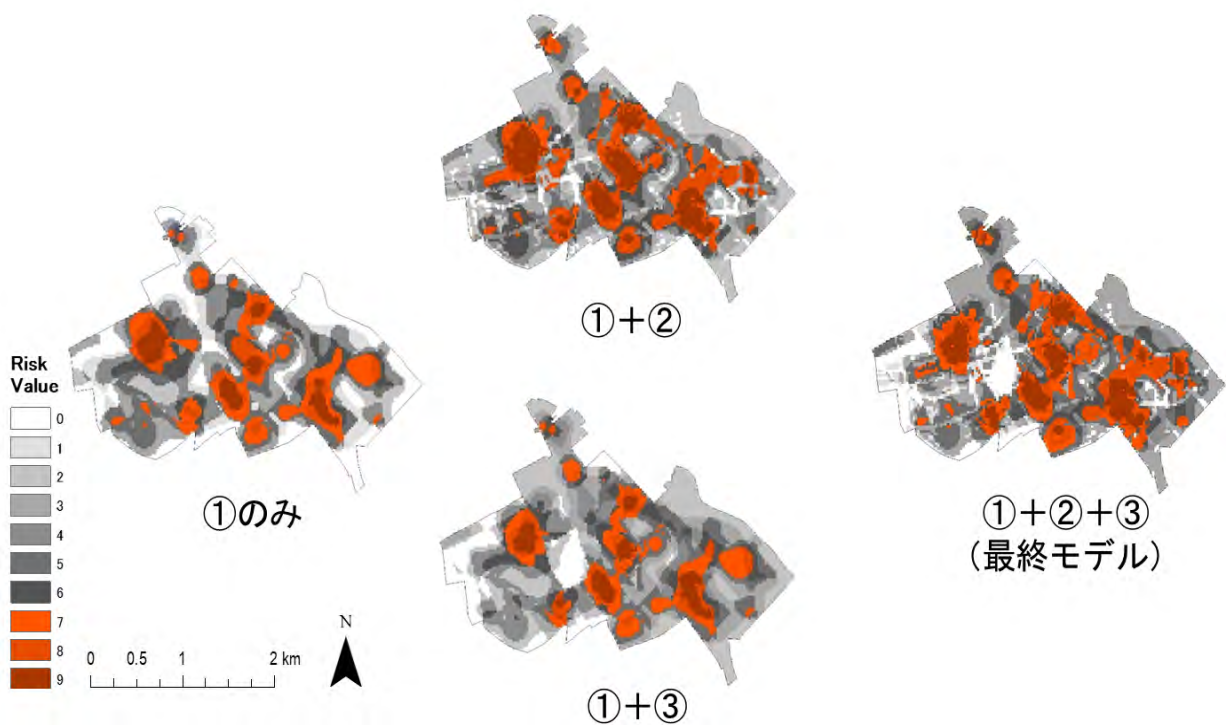


図 1 犯罪予測地図

表 1 予測精度の検証

	的中率 (%)				予測効率				月次発生件数
	①のみ	①+②	①+③	①+②+③	①のみ	①+②	①+③	①+②+③	
7月	25.0	50.0	25.0	75.0	1.14	1.79	1.29	2.56	4
8月	40.0	40.0	40.0	40.0	1.83	1.43	2.06	1.36	5
9月	27.3	27.3	27.3	36.4	1.25	0.97	1.41	1.24	11
10月	37.5	50.0	37.5	50.0	1.72	1.79	1.93	1.70	8
11月	55.6	55.6	55.6	66.7	2.54	1.98	2.86	2.27	9
12月	60.0	60.0	60.0	70.0	2.75	2.14	3.09	2.39	10
Mean	40.9	47.1	40.9	56.3	1.87	1.68	2.11	1.92	
S.D.	13.1	10.8	13.1	15.0	0.60	0.39	0.68	0.51	

イント程度向上している。一方で、物理的環境に対して年収データのみを加えた場合では、的中率は向上しなかった。しかし、人の流れ、および年収の両方を同時に考慮することで、的中率はもとの RTM から約 1.4 倍に向上している。これは、各変数間の交互作用効果と考えることができる。すなわち、潜在的被害対象が多く存在するような物理的環境のうち、通行量が少なく、かつ地区の社会経済的地位も低い場所では、そうでない場合よりも車上狙い等に対して脆弱で、犯罪発生リスクが高くなる、という解釈ができよう。

一方で、予測地図の形状をみると、人の流れデータ

だけを加えた場合、物理的環境のみから構成される RTM と比べ、高リスクエリアが細断され、分散する傾向がみとれる。人の流れは、その性質上、道路に沿った形で分布する傾向にあるが、その分だけ予測領域が分散・拡大することとなった。その結果として、全体に占める面積割合が増加し、予測効率は 1.87 から 1.68 へと低下している。しかしながら、これに年収データを加えると、予測効率は 1.92 へと向上する。ここから、年収データは、的中率の向上には寄与しないが、面積割合を低下させる効果を持っていたことがわかる。予測地図の形状から、物理的環境に年収データのみを

加えた場合、高リスクエリアがわずかに減少しているのがみてとれるが、この削減された領域では、車上狙い等が発生しておらず、予測効率を向上させる結果となった。ただし、今回は世帯数で地区の年収推計値の合計を除すという処理を行っており、世帯数が少ない地区では平均値が極端に高くなる傾向にある。このことが、結果に影響している可能性があり、こうした点に配慮した算出方法を検討してゆく必要がある。

今回の検討では、物理的環境のみから犯罪予測モデルを構築する場合と比べ、周辺の通行量の多寡や地区の社会経済的地位を考慮することで、予測精度が大幅に向上する可能性が示唆された。地理的な犯罪予測研究においては、特に人流データを考慮したものは存在せず、この点は新しい成果といえるだろう。ただし、一般的には、予測変数が増えるほど、高リスクエリアは増大し、予測効率は低下してしまう。警察実務での活用を考えた場合、いたずらに予測領域が増えるのは望ましくない。今回は年収データを加えることで、予測効率も増加したものの、実際には、予測地図を作成するまで、そうした結果を予想することは難しい。現状では、考える様々な予測変数について、組合せを変えながらモデル構築を試行してゆくしかなく、最適な組合せにたどり着くまでに時間を要する。方法論について改善の余地があるといえよう。

最後に、今回は既存のデータとして、人流データを用いたが、犯罪を促進・抑止しうる多様な要因は他にも考えられる。また、人の流れは、都市の中の巨視的な通行量の多寡を示すものといえるが、よりミクロなレベルで、犯罪に対する脆弱性を表す情報を観測、取り入れることができれば、予測精度の向上に寄与するであろう。これには、各種のモニタリング・センサリングの技術の発展とその活用が期待されるところであり、データ収集が容易になれば、情報の利用可能性が増すことになる。犯罪学におけるそうしたテクノロジーとの融和は、今後ますます求められるところだろう。

謝 辞

本研究は、東大空間情報科学研究センター共同研究 No.756 の成果の一部であり、人の流れデータは、同機関の提供をうけた。ここに謝意を表する。

文 献

- [1] 大山智也, 雨宮護, 島田貴仁, 中谷友樹, “地理的犯罪予測研究の潮流,” GIS 理論と応用, 25 巻, 1 号, pp.33-43, June 2017.
- [2] J. Caplan, L. Kennedy, and J. Miller, Risk terrain modeling: Brokering criminological theory and GIS methods for crime forecasting, *Justice Quarterly*, vol.28, no.2, pp.360-381, 2011.
- [3] 大山智也, 雨宮護, “地理的犯罪予測の手法間比

較一日本型犯罪予測手法の構築にむけた検討一,” 第 26 回地理情報システム学会研究発表大会講演論文集 CD-ROM, D-6-2, October 2017.

- [4] P. Brantingham, and P. Brantingham, Criminology of Place: Crime Generators and Crime Attractors, *European Journal on Criminal Policy and Research*, vol.3, no.3, pp.1-26, 1995.
- [5] R. Clarke, and J. Eck, Know how hot spots develop, in *Become a Problem-Solving Crime Analyst: In 55 small steps*, ed. R. Clarke, and J. Eck, pp.37-38, Jill Dando Institute of Crime Science University College London, London.
- [6] 雨宮護, “場所に基づく犯罪予防,” 犯罪と市民の心理学, 小俣謙二・島田貴仁 (編), pp.161-180, 北大路書房, 2011.
- [7] 東京大学空間情報科学研究センター, 人の流れプロジェクト, < <http://pflow.csis.u-tokyo.ac.jp/> >, 2018 年 2 月 15 日閲覧.
- [8] R. Kornhauser, *Social sources of delinquency: An appraisal of analytic models*, University of Chicago Press, Chicago, 1978.
- [9] R. Sampson, W. Groves, Community structure and crime: Testing social-disorganization theory, *American journal of sociology*, vol.94, no.4, pp.774-802, 1989.
- [10] R. Taylor, J. Ratcliffe, and A. Perenzin, Can we predict long-term community crime problems? The estimation of ecological continuity to model risk heterogeneity, *Journal of research in crime and delinquency*, vol.52, no.5, pp.635-657, 2017.