

# 防犯環境設計からみた道路ネットワーク設計と交通規制の効果に関する研究\*

The study on the effect of road network and traffic regulations from the angle of CPTED \*

末重 学\*\*・松永 千晶\*\*\*・角 知憲\*\*\*\*

By Manabu SUESHIGE・Chiaki MATSUNAGA・Tomonori SUMI

## 1. はじめに

近年、日本では治安の悪化が重要な社会問題となっている<sup>1)</sup>。この社会問題を解決する有効な手段として都市計画による防犯が挙げられる。最近では、多くの防犯に関する実践・研究がなされているが、その根本となる考え方は「防犯環境設計と呼ばれるものである。これは「人間によってつくられる環境の適切なデザインと効率的な使用によって、犯罪に対する不安感と犯罪の減少、そして生活の質の向上を導くことができる」<sup>2)</sup>という考え方に基づいている。また防犯環境設計の手法を取り入れた研究も積極的に進められている。例えば樋村<sup>3)</sup>らは、犯罪不安喚起空間とひたくり発生空間の分析を行っている。一方通行の道路に犯罪が集中し、犯罪と交通量が密接な関係にあることを示しながらも、交通規制の問題を言及していない。また、伊藤<sup>4)</sup>らは機会犯罪の都市空間特性に関する研究を行っている。以上のほかにも、多くの研究や実践が行なわれており、日々結果や実績が蓄積されている。機会犯罪の主な発生場所の一つである道路は、交通施設としての性質上、不特定多数の人が使用するものであり、これらの人が犯罪の目撃者となる場合も大いに考えられると同時に、ターゲットの存在の有無が犯罪発生の左右することから、空間内の交通量や道路の構造に影響されると考えられる。しかし、既存研究の多くは都市空間分析が中心であり、犯罪と道路ネットワーク、犯罪と交通規制の関係を扱った研究は少ない。道路ネットワークと交通規制は都市の形を決定付ける街づくりのツールであり、都市の安全を論じる上で、交通計画での防犯を考慮することが重要である。

そこで、本研究では犯罪発生予測モデルを構築し、防犯環境設計の視点から道路ネットワークと交通規制の効果をシミュレーションによって定量的に評価することを目的とする。



図 - 1 防犯環境設計の4つの手法と関係<sup>5)</sup>

## 2. 本論

### 2-1. ひたくり潜在危険度モデル

本研究では、ひたくりを対象とする。理由としては、発生件数が多いこと、犯行時間の特定が可能であること、犯行には、ほとんどすべてオートバイが使用されていること、注目している交通量から大きな影響を受けると考えられることなど、他の機会犯罪に比べ、特徴が多く数学モデルを作成する上で犯人の行動などの仮説が立てやすいこと挙げられる。

本研究では、我々は既にひたくり潜在危険度モデル<sup>6)</sup>を提案してきた。既存モデルは駅を中心とした住宅地におけるひたくり潜在危険度を目的関数とし、交通量や道路ネットワークを規定する物理量を説明変数としたものである。今回はこのモデルに改良を加える。まず既存のモデルの目的関数、説明変数などのメカニズムについて説明する。

このモデルでは、犯人は駅周辺で待ち伏せし、狙いを付けた対象者の後ろを付けると仮定し、ある地点において犯行時間より目撃者発生間隔が長くなるときに犯行が行われるものとしている。犯行時に、犯行視認距離内に目撃者が侵入する確率は交通量が少ない住宅地を対象と

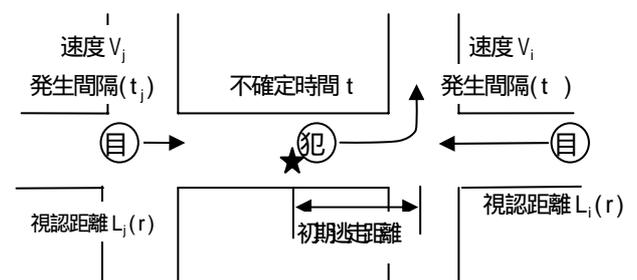


図 - 2 目撃者の進入と犯行の逃走経路

\*キーワード：地区交通計画、道路計画

\*\* 学生員，工修，九州大学大学院工学府  
(福岡県福岡市西区元岡 744，TEL092-802-3403)

\*\*\* 正会員，九州大学工学研究院  
(福岡県福岡市西区元岡 744，TEL092-802-3404)

\*\*\*\* 正会員，九州大学工学研究院  
(福岡県福岡市西区元岡 744，TEL092-802-3405)

するためにランダム進入であるので、指数分布とみなす。犯行時間については正規分布とし、目撃者については歩行者・自動車に分け進行方向も考慮する。駅から  $x(m)$  離れたある道路上で、初期逃走経路上のある地点  $y$  で犯行が発生した時、犯人が  $y$  地点において、犯罪が発生する確率を  $P(y)$  とすれば、以下の式で表わされる。

$$P(y) = \alpha \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_1(t_1) \prod_{i=2}^3 \int_{t_1 + \frac{S_i(r)}{V_j}}^{\infty} \Phi_i(t_i) \prod_{j=4}^5 \int_{t_1 + \frac{S_j(r)}{V_j}}^{\infty} \Phi_j(t_j) dt_j dt_i dt_1 \dots (1)$$

：係数

$1(t_1)$ ：犯行時間の確率密度関数

$2(t_2)$ ：前方から歩行者が現れる確率密度関数

$3(t_3)$ ：前方から自動車が現れる確率密度関数

$4(t_4)$ ：後方から歩行者が現れる確率密度関数

$5(t_5)$ ：後方から自動車が現れる確率密度関数

$S_{2-5}$ ：各方向からの歩行者・自動車の視認距離

$2-5$ ：各方向からの歩行者・自動車速度

駅で乗降する人の影響を考慮すると、被害対象と同方向へ向かう歩行者は、犯行を後方から目撃しうる。この場合は、目的地へ向かう歩行者のある地点への進入間隔は、指数分布ではなく歩行者の交通密度  $N(x)$  に従うものとする。また、駅から目的地に向かう交通流を  $d_0$  分布とし、その関数を  $d_0(x)$  とする。駅で降りた乗客数を  $T$  (人) とすると、駅から直線距離で  $x(m)$  離れた地点の交通密度  $N(x)$  は、(2)式で表わされる。

$$N(x) = \frac{T}{2\pi x} \left( 1 - \int_0^x d_0(y) dy / \int_0^{\infty} d_0(x) dx \right) \dots (2)$$

ここで、 $\lambda$  を駅から  $x(m)$  離れた地点での交通流率とすると(3)式で表され、犯人の後方から歩行者が犯行視認距離へ進入する確率密度関数  $\Phi_4(t_4)$  は(4)式で表すことができる。駅から  $x(m)$  離れた地点における犯罪の発生確率を  $P'(x)$  とすれば(5)式で表される。

$$\lambda = N(x) \times V_4 \dots (3)$$

$$\Phi_4(t_4) = \lambda \exp(-\lambda t) \dots (4)$$

$$P'(x) = N(x) \sum P(y) \dots (5)$$

既存のモデルは単純な街路網の場合を仮定している。しかし、実際の街路網では行き止まりや一方通行、幹線などが存在する。そこで、通行止めや行き止まりの道路では、それらによって逃走可能経路が一方に限定されるために、目撃者の方向に加え、犯人の進行・逃走の方向も考慮する。また、一方通行上の道路では、前方から

来る車は存在しないので、前方からの自動車が現れる確率密度関数を除外して考えることとする。

## 2-2. 仮想都市シミュレーション

### 2-2-1. 仮想都市の設定

道路ネットワークと交通規制の効果による犯罪発生の変化を考察するために、仮想都市を構築し、道路ネットワークと交通規制を変化させながらシミュレーションを行う。本研究における仮想都市は都市の西側に位置する鉄道駅周辺の典型的な碁盤目状住宅地と設定する。また、仮想都市の大きさは  $480 \times 480m$ 、住区の一區画は  $80 \times 40m$  とし、この仮想都市内における住宅件数は 700 件、すべて一戸建ての住宅とした。駅周辺には商業施設が集積し、不確定な要素が多いために、駅を中心として半径  $50m$  以内ではシミュレーションは行わない。さらに、仮想都市内での交通量配分は、交通量が比較的少ないため、ワードロップの配分原理の等時間配分と総走行時間最小化配分を満たすものとして最短経路配分としている。犯行視認距離  $S(m)$  については、姫路市加古川警察署発表より、犯人の前方から進入してくる目撃者の視認距離を  $30m$  とした。後方からの目撃者については、犯人の視界に入ることはないので  $0m$  とした。仮想都市は 1~6 構成している。各仮想都市の特徴は以下のとおりである。

仮想都市 1：碁盤目状の住宅都市

仮想都市 2：一方通行を含む住宅都市

仮想都市 3：補助幹線を通した住宅都市

仮想都市 4：幹線を移動させた場合の住宅都市

仮想都市 5：行き止まりを含む住宅都市

仮想都市 6：初期逃走距離を長くした住宅都市

### 2-2-2. 犯罪発生時間

福岡市内におけるひったくりの発生時間に関するデータ全 292 件を表 - 1 に載せる。ひったくりの犯行時間は 20 から 22 時の間で最大となっている。これは帰宅ラッシュピーク後の交通量が減少している時間帯に相当する。そこで本研究では、この時間帯の 5 分間交通量を用いてシミュレーションを行うこととする。

表 - 1 犯罪発生時間帯

時刻	犯罪発生件数	時刻	犯罪発生件数
0	0	12	6
1	9	13	8
2	2	14	14
3	2	15	6
4	3	16	8
5	0	17	6
6	4	18	23
7	4	19	16
8	8	20	53
9	4	21	41
10	6	22	28
11	10	23	31

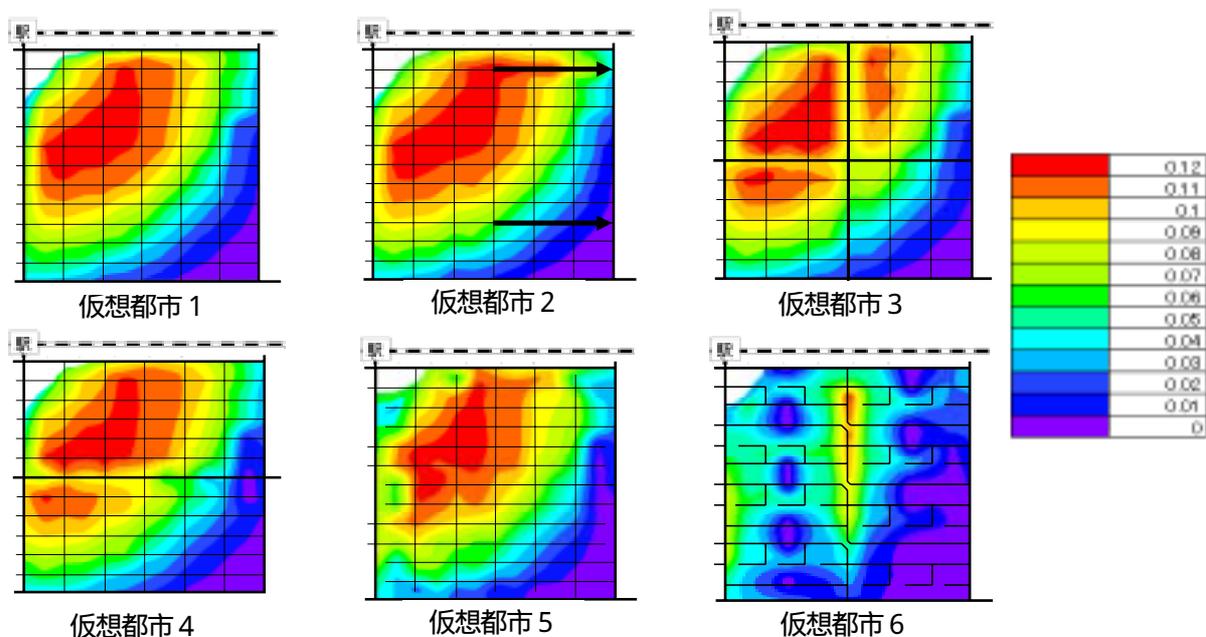


図 - 3 各仮想都市におけるひたくり潜在危険度

2 - 2 - 3. 鉄道駅利用者数及び交通量

鉄道駅の利用者，歩行者交通量及び自動車交通量の流入出に関しては福岡市近郊にある鉄道駅を持つある都市の平成 17 年度パーソントリップ調査を基にした．また，時間帯は先に述べたように犯罪発生が多発している 20 時から 22 時の間とする，さらに，鉄道駅利用者は電車 1 本に乗降する人数に換算し，歩行者交通量及び自動車交通量については 5 分間交通量に換算したものをを用いる．結果は以下のとおりである．

表 - 2 PT 調査における結果

時間帯	移動状況	手段	5分間交通量(人)	駅利用者(人)
20-22	域内→域内	徒歩	2,528	—
		自動車	2,917	—
		鉄道	—	—
	域内→域外	徒歩	—	—
		自動車	12,639	—
		鉄道	—	10,833
域外→域内	徒歩	20,167	—	
	自動車	19,528	—	
	鉄道	—	20,167	

2 - 2 - 4. ひたくり潜在危険度及び考察

道路ごとに交通量及び視認距離，駅からの距離を境界条件としてモデルに入力した結果を図 - 3 に示す．

a) 仮想都市 1

ひたくり潜在危険度が高い場所は，駅から直線距離で 200m 離れた位置に集中している．しかし，幹線道路や幹線からの流入点における道路ではひたくり潜在危険度が低くなっている．これらは幹線上の道路，流入地点においては交通量が多いので，ひたくり潜在危険度が低い．また，仮想都市内ではどの地点においても交通量が少ないために，ひたくり潜在危険度が高い．つまり，駅からの距離が同じ場所においては，交通量が影響を与えていることがみてとれる．この仮想都市 1 を基準にし

て各仮想都市の考察を行う．

b) 仮想都市 2

交通規制に伴うひたくり誘発危険度の変化を見るため，比較的交通量の多い道路と交通量の少ない道路において一方通行の規制をかけたものが仮想都市 2 である．防犯環境設計の視点から見た場合，一方通行は，監視性を低下させるためひたくり潜在危険度が高くなると考えられる．仮想都市 2 におけるひたくり潜在危険度の違いは，比較的交通量の多い一方通行上の道路にのみ現れている．この理由は交通量の多い一方通行上の道路では前方からの自動車交通量がなくなったために，監視性が大きく欠如し，ひたくり潜在誘発度が増加した．

c) 仮想都市 3

補助幹線道路の導入がひたくり潜在危険度の抑制に対して有効であると考え，駅周辺の区画に東西南北に補助幹線を通した都市を表現したものが仮想都市 3 である．補助幹線上では，交通量の増加により潜在危険度は減少した．しかし，補助幹線の一本内側の道路では，交通量は著しく減少し，仮想都市 1 における交通量と大きな差はなく，ひたくり潜在危険度も同様に大きな差はない．

d) 仮想都市 4

交通の流入点が移動させることにより，ひたくり潜在危険度を抑えることが有効であるとして設計した都市が，仮想都市 4 である．これは，幹線の位置の移動により，ひたくり潜在危険度を減少させることが出来るが，他の地域において潜在危険度の減少は認められなかった．この理由としては，仮想都市 3 のとき同様，幹線上では，交通量の増加が見込まれ，ひたくり潜在危険度の抑止となるが，幹線の一本内側の道路では，交通量は著しく減少し，仮想都市 1 に

おける道路のひたつきり潜在危険度と大きな差はない。

e) 仮想都市 5

流入点の制約により交通量が増加すると、ひたつきり潜在危険度も減少すると予想される。また、行き止まりの道路では、犯罪の方向性が限定される。ひたつきりを防犯環境設計の視点からみた場合、行き止まりのような道路ネットワークや通行止めといった交通規制は、非常に効果的であると仮定した。そこで、流入点の減少と行き止まりを加えたのが、仮想都市 5 である。仮想都市 5 におけるひたつきり潜在危険度の結果を仮想都市 1 と比較してみると、行き止まりの道路において、犯罪の方向性が限定されるために、潜在危険度は大きく減少した。また、流入点の減少に伴い、交通量が増加したことによりわずかではあるがひたつきり潜在危険度が減少している。

f) 仮想都市 6

一つの道路において潜在危険度と相関があるものは、道路のブロック間ではなく、初期逃走経路の長さである。つまり、逃走可能な道路への曲がり角までの距離によってひたつきり潜在危険度は変化すると考えられる。これらのことを踏まえて設計された都市が仮想都市 6 である。この仮想都市においては、あらゆる場所に行き止まりが存在し、さらに流入点にも制限されている。行き止まりの道路において、犯罪の方向性が限定されるために、潜在危険度は大きく減少した。また、初期逃走経路も長くなっているために道路の中ほどでは犯罪が起きにくいことも示している。

2-3. 総走行距離比

シミュレーションのように防犯対策としてなされた道路網設計や交通規制が交通施設としての道路の機能を損なう恐れがある。道路の交通機能と防犯機能としての両立の可能性を検討するために、仮想都市 1 に対する総走行距離比を算出した。ここで、総走行距離とはそれぞれの都市において、徒歩者と自動車の移動距離の総和である。各都市の総走行距離比は以下の通りである。

表 - 3 総走行距離比

	総走行距離比 (%)
仮想都市 2	100
仮想都市 3	100
仮想都市 4	86
仮想都市 5	102
仮想都市 6	105

仮想都市 6 においても総走行距離比が 105% とそれほど損失が大きいとはいえない。

3. おわりに

本研究では、防犯環境設計の視点から道路ネットワークと交通規制の効果をシミュレーションによって定量的に評価を行った。一方通行上の道路では一方通行ではない道路に比べてひたつきり誘発危険度が高くなる。また行き止まりは犯罪発生を抑止に大きな効果があると言える。そして、流入の交通量を規制し、初期逃走経路を長くした道路ネットワークにおいて、ブロック間が長くなるためにひたつきり誘発危険度は低いものとなった。本研究では、都市の骨格となる道路ネットワークと交通規制に関するシミュレーションをおこなった。しかし、学校などの施設は夜間人が居ないため、監視性の欠如が考えられる。今後はこれに付け加え、物的条件を変化させることで、犯罪発生の変化をみる。考えられる物的条件としては、多くの要因が挙げられるが、交通量、照明による視認性、沿道の土地利用の影響について考えることとする。沿道の土地利用については公園や学校、駐車場などを考えている。これらの要因を考慮した犯罪のひたつきり誘発度を検討し、防犯の観点から都市を考察していきたい。

4. 謝辞

本研究は財団法人大林都市研究振興財団の研究助成により実施した。また、本研究の実施にあたって、福岡県警の協力によるところが大きく、ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 警察庁：警察白書，2007
- 2) 小出治，樋村恭一：都市の防犯 工学・心理学からのアプローチ，2003
- 3) 樋村 恭一，飯塚 治子，小出 治：犯罪不安喚起空間と犯罪発生空間の関係に関する研究，第 37 回日本都市計画学会学術論文研究集，2002
- 4) 伊藤篤，近江隆，石坂公一：機会犯罪の成立に関連する都市空間特性に関する研究～放火犯罪を対象にして～，日本都市計画学会学術研究論文集 pp721-726，1999
- 5) 福岡県警ホームページ：  
<http://www.bousai.pref.fukuoka.jp/anan/town/about/>
- 6) 奥田大樹・寺町賢一・角知憲：路上の機会犯罪の発生に与える道路交通環境の影響に関する研究，土木計画学会 2006
- 7) 日本都市センター：安全・安心なまちづくりへの政策提言，2004
- 8) 日本都市センター：都市の安全を考える，2003/3