

共分散構造モデルによる無信号交差点の車両挙動・交通事故特性の分析

豊橋技術科学大学 学生員 工藤慎司  
豊橋技術科学大学 正会員 廣島康裕

1. はじめに

近年、市街地内の細街路等の無信号交差点において交通事故が増加傾向にあり、新たな交通安全対策が求められている。今後、無信号交差点において効果的な交通安全対策を効率的に実施していくためには、交差点での車両挙動や交通事故発生に関する基礎的研究が不可欠である。

そこで本研究は、複数の無信号交差点における観測調査に基づき、車両挙動の実態を定量的に把握するとともに、共分散構造モデルを用いて車両挙動、交差点環境、交通事故発生件数の相互関係を明らかにし、今後の交通安全対策に貢献したいと考える。ここでは現在研究中の一部を示すこととする。

2. データの概要

対象地域は既存研究で扱った豊橋市の主要道路に囲まれた地域内の無信号交差点である。計測項目は下記のとおりで、交差点環境に関するもの・車両挙動に関するものを計測した。交差点環境に関するものは現地で記録計測を行い、車両挙動に関するものはビデオ撮影により計測した。また、事故データについては平成7年度から平成11年度に渡る5年間の事故件数の集計を行った。当日はこのデータを用いた結果を示すものとする。

◆ 交差点環境に関するもの

- 各道路の幅員：4方向の道路の幅員（m）
- 障害物の有無：各方向から進入した時、交差点角の障害物の存在。（有＝1 無＝0）
- ミラーの有無：各方向から進入した時、ミラーで左右安全確認が可能か（有＝1 無＝0）
- 規制の有無：進行方向の規制、一方通行や侵入禁止の存在。（有＝1 無＝0）
- 各道路の視界：各方向から進入し、停止線で停止した時見通せる左右の視界長（m）

◆ 車両挙動に関するもの

- 停止率：車両が交差点に進入する際に安全確認のために停止する割合。（％）

- 安全確認時間：車両が停止線付近で停止するか減速し、安全確認してから再加速するまでの時間。（秒）
- 進入速度：停止線の手前30 m区間の速度。（km/h）

3. 集計結果

図1に各年度における対象地域の道路形状別事故件数を示す。これより対象地域においては各年度とも30件以上の事故が発生しており、単路部に比べ交差点部での事故が多く発生している事がわかる。総事故件数はH7に比べると減少している。

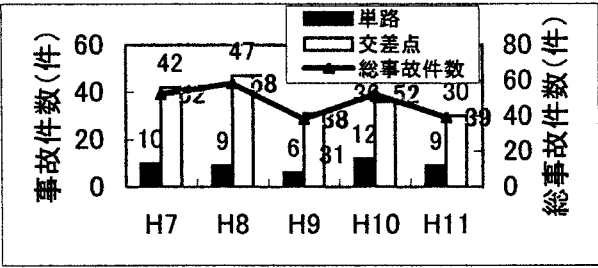


図1：各年度における対象地域の道路形状別事故件数

図2に対象地域内の事故発生地点の分布を示す。これは前述の事故データを用い地点別集計を行い、それを5年間累積したものとなっている。分類は事故件数が5年間に1件から2件発生した地点（51地点）・3件から4件発生した地点（16地点）・5件以上発生した地点（11地点）となっている。これより、事故が発生している地点をみると、都市の骨格を形成する主要道路を結ぶ道路上にある交差点で事故が集中していることがわかる。また、事故の多発地点は対象地域を包囲する主要道路から少し入った交差点に集中していることから裏道として通過するときに事故にあっていると考えられる。

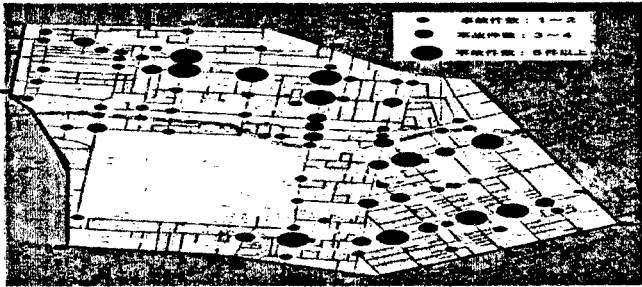


図2：対象地域における事故分布

#### 4. 交通事故発生に関する仮説

ここでは、交差点環境と車両挙動の相互関係で発生していると考えられる交通事故について仮定を設定しモデルを用いた定量的分析のための基礎とする。

本研究ではまず、各交差点が道路の幅員や障害物、ミラーや交通規制から「交差点環境」なる通行に対する安全特性を形成していると考え、交差点ごとにその特性が変化していると考え。

次に交差点を走行するドライバーは交差点環境から何らかの影響を受け、危険を認知し様々な運転挙動をとると考えられる。そしてその「挙動特性」を構成するものが、停止の有無や安全確認時間、進入速度であると考えられる。そして、交差点環境と車両挙動特性が相互に関連して事故が発生していると考え。

#### 5. 共分散構造モデルによる分析

ここでは4. で示した仮説に基づき交差点環境と車両挙動とを定量的に分析するため、共分散構造モデルを用いる。本研究では道路幅員・視界・角地の有無・ミラーの有無などから構成される「交差点環境」という外性的な潜在変数を規定し、それが停止率や安全確認時間・進入速度から構成される内性的潜在変数「車両挙動特性」に与える影響を調べ、環境がドライバーの運転挙動に与える影響を調べる。

共分散構造モデルによる分析で一般的に用いられているモデルの形状は因子分析モデルを組合せた図3に示す多重指標モデルであるが、このモデルを使用すると解釈困難な問題が生じる。例えば本研究で扱う特性の一つである道路幅員、ミラーの有無などは外性的に存在するものであり、それ自体の存在を規定するような潜在要因が存在するとは考えがたい。そこで、本研究では、モデルの操作可能性の面から考えて、主成分分析モデルと因子分析モデルを組合せた MIMIC モデル (Multiple Indicator Multiple Cause) もしくは PLS モデル (Partial Least Squares) モデルを用いて分析を試みることとする。

以下に多重指標モデルと PLS モデルの測定方程式、構造方程式を示す。また、比較のために図3に測定方程式と構造方程式を組合せた多重指標モデルのパス図を示す。そして図4に PLS モデルのパス図を示す。

す。主成分分析モデルと因子分析モデルでは矢印の方向が逆になるため、観測変数からなる合成要因を作り出すのか、それとも観測変数を構成する要因となっているかで意味合いが変わってくる。

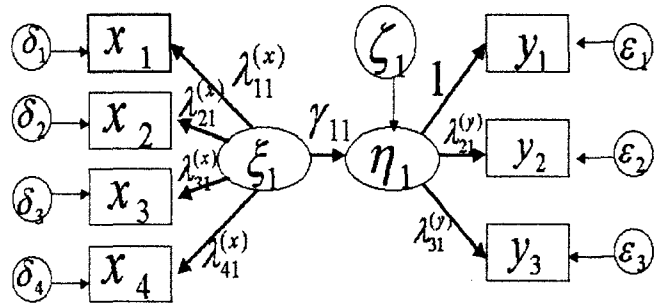


図3：多重指標モデルのパス図

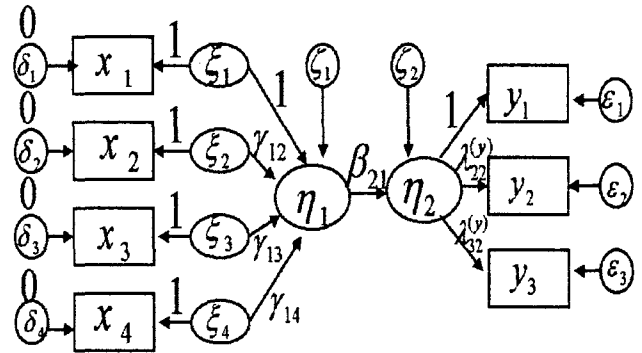


図4：PLS モデルのパス図

#### ●PLS モデルの測定方程式

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & \lambda_{22}^{(y)} \\ 0 & \lambda_{32}^{(y)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \\ \xi_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

#### ●PLS モデルの構造方程式

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & \gamma_{12} & \gamma_{13} & \gamma_{14} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \\ \xi_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \end{bmatrix}$$

#### 6. 終わりに

本稿では本研究におけるデータの概要、分析手法のみを述べたが、当日はこれらの基礎集計や分析を基にした分析結果を示す。