

1 目的

交通事故死者に占める歩行者の割合は上昇を続け、2009年には自動車乗員のそれを追い越し、30%以上となった。すなわち交通事故における死者数削減のためには、歩行者対策がますます重要になっているということである。歩行者の死者数、死傷者数は都道府県により大きな差があることが分かっている。その要因を知ることにより歩行者事故対策の重要なヒントが得られると思われる。

本報告書では、この都道府県間の差に注目し、人口、車両保有台数、運転免許保有者数、インフラ、医療態勢などと、歩行者死者数、死傷者数の関係を明確にすることを目的とする。

2 都道府県別の歩行者死傷者数、死者数の現状

平成13-21年の合計で整理する。

2-1 人口と死傷者数、死者数の散布図

図1は人口と死傷者数の散布図である。47都道府県全体での決定係数 R^2 は0.9393と非常に良い相関を示す。すなわち死傷者数は人口と線形関係にあると言える。図1の◆印は人口が概ね4百万人を超える都道府県（以降は“4M+県”と表記する）、◇印は4百万人未満の府県（以降、“4M-県”と表記する）である。

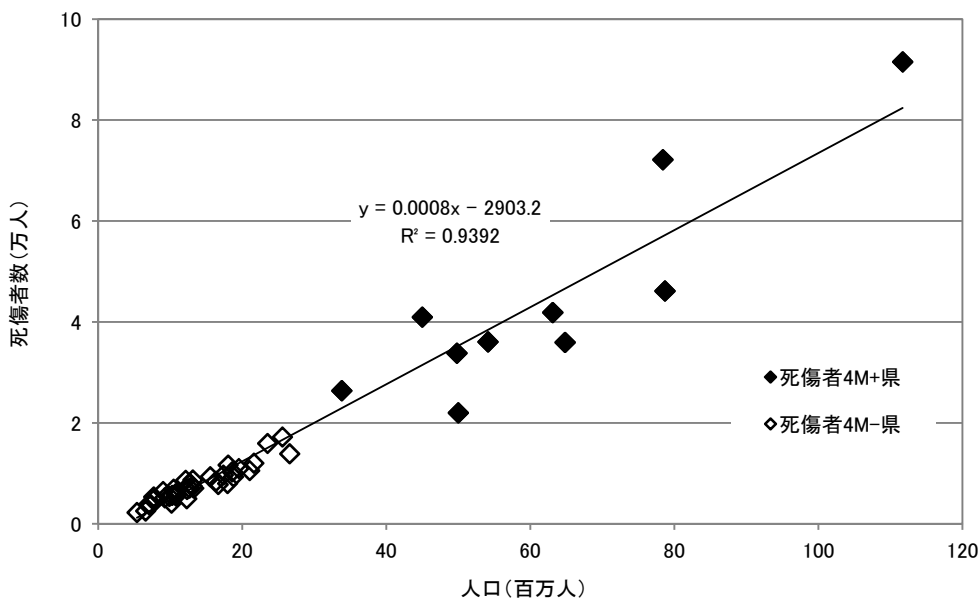


図1 散布図:人口と死傷者数

図2は人口と死者数の散布図である。47都道府県全体での R^2 は0.8185と高く、死傷者数と同様、人口と線形関係にあることが分かる。死傷者数の場合と異なる点は、“4M+県”と“4M-県”とでは様相は大きく異なることである。ちなみに、“4M+県”だけでの R^2 は0.5106、“4M-県”だけでの R^2 は0.8077である。このことを受けて、死者数の分析は、47都道府県一括、4M+県、4M-県の3通り実施する。

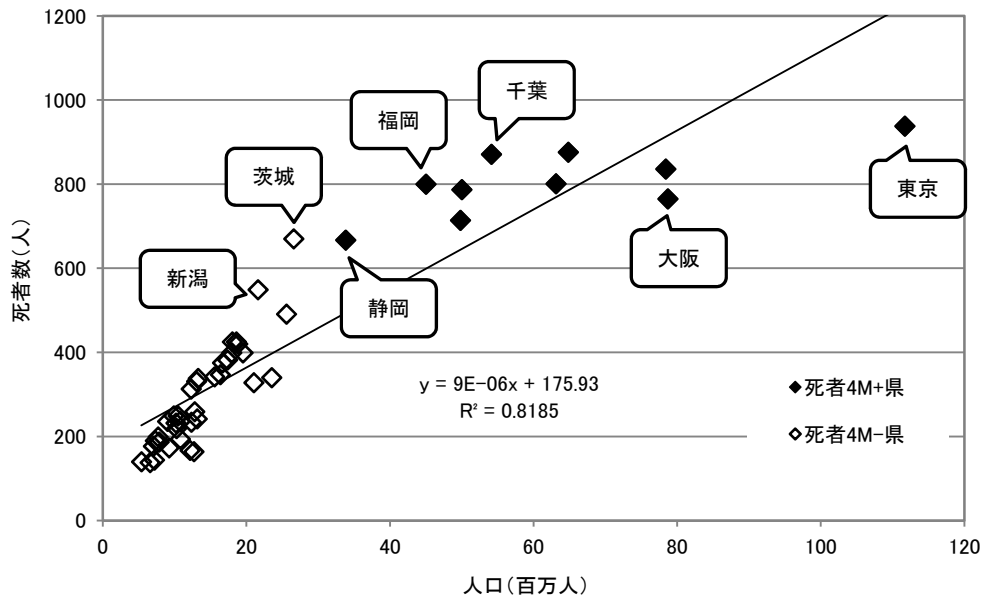


図2 散布図:人口と死者数

参考までに死傷者数と死者数の散布図を図3に示したが、
 “4M+県”は、死傷者数、死者数とも多いが死亡率は低い
 “4M-県”は、死傷者数、死者数とも少ないが死亡率は高い
 と特徴付けることができる。

ここで、死亡率 (%) = 死者数 ÷ 死傷者数 × 100 で定義され、図3における直線の傾きに相当する。

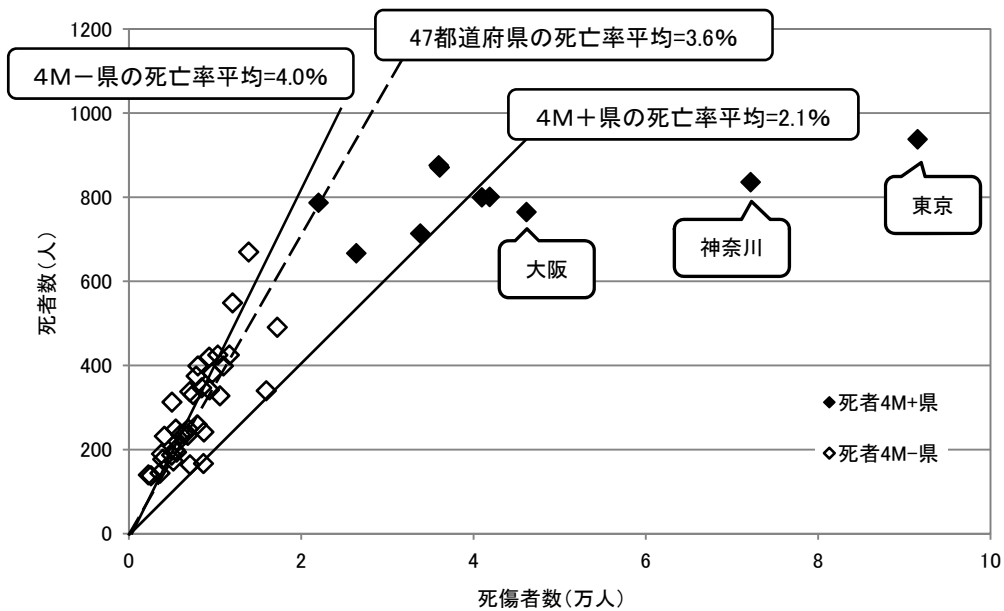


図3 散布図:死傷者数と死者数

3 重回帰分析による死傷者数、死者数に影響する要因の検討

図1, 2で説明したとおり、死傷者数、死者数とも人口と強い相関を示すので、以下の分析では人口以外の要因の影響を浮き彫りにするため、目的変数は人口当たり死傷者数、人口当たり死者数とした。

3-1 説明変数の準備

(1) データの説明（データは都道府県別の平成13年～平成21年の合計）

次に述べる各種データを基にした説明変数の影響を検討する。

①人口（千人）

男女別の全年齢人口、19歳以下、24歳以下、55歳以上、65歳以上、75歳以上人口。

②運転免許保有者数（千人） 男女別の全年齢保有者数

③面積（km²） 可住地面積、宅地面積

④道路延長（km） 一般国道、都道府県道、市町村道別

⑤歩道延長（km） 上記の道路種類別の延長

⑥車両保有台数（千台） 四輪車、自転車^{注1}、および二輪車^{注2}を加えた全車両保有台数。

注1：自転車については平成21年のデータが入手できなかったため平成20年の数値を二回積算。

注2：二輪車は、車両保有台数、および衝突相手として歩行者死傷者数に占める構成率ともに低いため要因として採用しなかった（図3, 4を参照）。

⑦警察官の条例定数（人） 年による変動は少ないので平成22年の値を9倍して使用。

⑧救急・医療態勢（台、人、床）

救急車保有台数、医師数、病院数^{注3}、病床数^{注3}

注3：精神科、精神病床、結核病床、歯科は除いた

なお、⑧は死者数の検討では採用するが、死傷者数の検討では採用しない。また、交通量（たとえば自動車走行台キロ）と交通事故の発生には強い相関があることは良く知られているが、今回の検討では、その他の要因の影響を見るため、交通量は敢えて対象から外した。

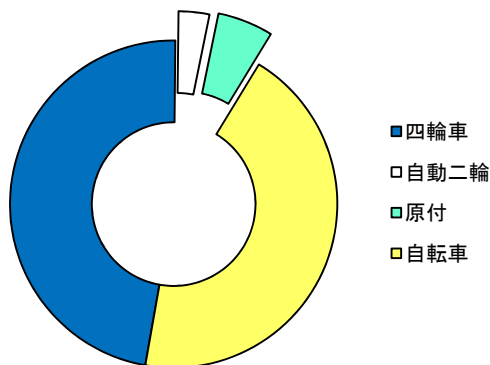


図3 車種別の保有台数構成率

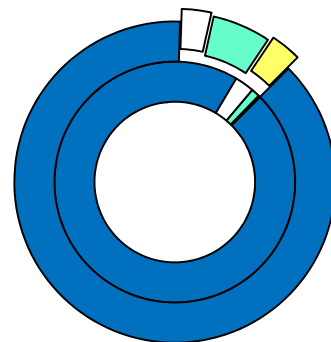


図4 車種別の保有台数構成率

(2) 説明変数

説明変数は(1)に示した諸データの比、あるいは構成率とする。たとえば、比としては人口当たりの車両保有台数、宅地面積当たりの人口、道路延長当たりの病床数など、構成率としては65歳以上の人口構成率、車両保有台数に占める四輪車の割合などである。

このようにして得られた説明変数は約130となるが、これらの説明変数の中には互いの相関が強く（多重共線性があり）、同時には分析に供することができないものもある。

この問題を解決するために、説明変数を

- a. 人口・免許グループ（①、②が分子になる説明変数）
- b. 道路グループ（④、⑤が分子になる説明変数）
- c. 車両グループ（⑥が分子になる説明変数）
- d. 取り締まり・医療グループ（⑦、⑧が分子になる説明変数）

に分け、グループごとに目的変数も含めた相関係数行列を計算し、次の考え方に沿って重回帰分析に供するか否かを決めた。

『説明変数選択の手順』

- ① 目的変数との相関係数が一番大きく、かつ、0.5以上である説明変数を採用。
- ② ①で採用された説明変数との相関係数が0.7未満であり、目的変数との相関係数が残された説明変数の内で一番大きく、かつ、0.5以上である説明変数を採用。
- ③ ①、②で採用された説明変数との相関係数が0.7未満であり、目的変数との相関係数が残された説明変数の内で一番大きく、かつ、0.5以上である説明変数を採用。以下、この作業を、条件に合うものが無くなるまで繰り返す。

3-2 使用する重回帰分析手法

重回帰分析にあたってはステップワイズ法を用い、逐一説明変数の追加・除去を行った。なお、説明変数の追加・除去にあたっては $P < 0.05$ を判定基準とした。

4 分析結果

4-1 人口当たり死傷者数について

多重共線性をチェックした結果、最終的に重回帰分析に供した説明変数は表1に示すとおりである。

表1 最終的に重回帰分析に供した説明変数 —目的変数:人口当たり死傷者数—

説明変数グループ	人口・免許グループ	車両グループ	道路グループ	取締・医療・救急グループ
分析に供する説明変数	R 6 5 a P 1 9 b/A r	N v 4/A r N v 4/L n n	L n p/P a	N p l/L n p

ここで、

- P a : 人口 (千人)
- R 6 5 a : 65 歳以上人口の割合 (%)
- A r : 宅地面積 (km²)
- L n p : 都道府県道延長 (km)
- N p l : 警察官の条例定数 (人)
- P 1 9 b : 19 歳以下の人口 (千人)
- N v 4 : 四輪車保有台数 (千台)
- L n n : 一般国道延長 (km)
- L p n : 一般国道歩道延長 (km)

表1の「人口当たり死傷者数」の欄に示す6個の説明変数を用いた重回帰分析結果を以下に示す。各偏回帰係数および定数項のt値をそれぞれの直下に示した。

$$\begin{aligned} \text{人口当たり死傷者数 (人/千人)} = & \\ & - 0.4029 * (L p n / P a) + 0.7361 \quad (R^2 = 0.436) \\ & t = 5.9 \quad \quad \quad t = 26.0 \end{aligned}$$

当てはまりは良くないが、“人口当たりの一般国道歩道延長”と正の相関があることを示唆している。観察値と予測値の散布図を図5に示す。

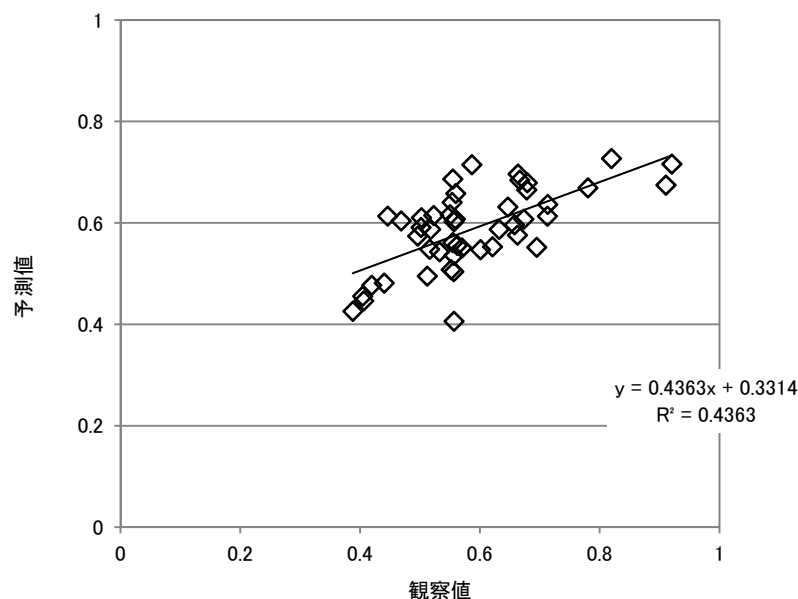


図5 人口当たり死傷者数の観察値と予測値

4-2 人口当たり死者数について

人口当たり死者数については、4M+県と4M-県では様相が異なることは先に述べたとおりである。そこで47都道府県一括での分析に加え、4M+県と4M-県を分けた分析も実施し、より多くの情報を得ることを狙った。多重共線性をチェックした結果、最終的に重回帰分析に供した説明変数は表2に示すとおりである。

表2 最終的に重回帰分析に供した説明変数 —目的変数:人口当たり死者数—

説明変数 グループ 県の括り	人口・免許 グループ	車両 グループ	道路 グループ	取締・医療・ 救急グループ
47都道府県一括	R75a P24b/Ar Pdm/Pd	Nv4/Pa Nv4/Ar	Lpp/Pa Rpc Lnp/Ar	Nb/Ar Nb/Lnn Namb/Lnp
4M+県	R75a P24b/Aa Pd/Pa	Nvc/Nvt Nv4/Lnp	Rpp Rpc	Nb/Lnp Nb/Lnc
4M-県	Pa/Ar Pa/Lnp	Nv4/Pa Nvt/Lnp		Npl/Ah Namb/Lnp

ここで、

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| Pa : 人口 (千人) | P24b : 24歳以下の人口 (千人) |
| R75a : 75歳以上人口の割合 (%) | Pd : 運転免許保有者数 (千人) |
| Pdm : 男性運転免許保有者数 (千人) | Nvt : 全車両保有台数 (千台) |
| Nv4 : 四輪車保有台数 (千台) | Nvc : 自転車保有台数 (千台) |
| Aa : 全面積 (km ²) | Ah : 可住面積 (km ²) |
| Ar : 宅地面積 (km ²) | Lnn : 一般国道延長 (km) |
| Lnp : 都道府県道延長 (km) | Lnc : 市町村道延長 (km) |
| Lpp : 都道府県道歩道延長 (km) | Rpp : 都道府県道の歩道整備率 (%) |
| Rpc : 市町村道の歩道整備率 (%) | Npl : 警察官の条例定数 (人) |
| Nb : 病床数 (床) | Namb : 救急車台数 (台) |

(1) 47 都道府県一括の結果

表 2 の「47 都道府県一括」欄の 11 個の説明変数を用いた重回帰分析結果を以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{人口当たり死者数 (人/千人)} = & \\ & 0.0321 * (\text{N v } 4 / \text{P a}) + 0.0004 * (\text{L n p} / \text{A r}) - 0.0042 \quad (R^2 = 0.721) \\ & t = 8.0 \quad \quad \quad t = 2.8 \quad \quad \quad t = 1.8 \end{aligned}$$

当てはまりは良く、人口当たり四輪車保有台数、宅地面積当たり都道府県道延長とは正の相関があることを示唆している。ただ、図 6 の観察値と予測値の散布図に見るように、4M+県 (◆) の傾向は全体 (図 6 中の近似直線) から少し外れていることが分かる。

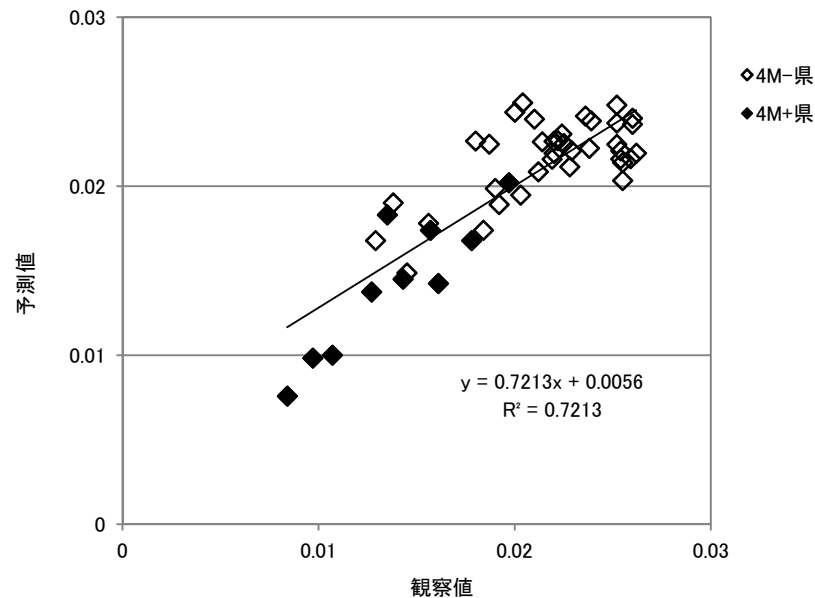


図6 人口当たり死者数の観察値と予測値(47都道府県一括)

(2) 4M+県の結果

表 2 の「4M+県」の欄に示す 9 個の説明変数を用いた重回帰分析結果を以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{人口当たり死者数 (人/千人)} = & \\ & - 0.0095 * (\text{P } 19 \text{ b} / \text{A a}) + 0.0175 \quad (R^2 = 0.781) \\ & t = 5.3 \quad \quad \quad t = 19.8 \end{aligned}$$

当てはまりは良く、面積当たりの 19 歳以下人口とは負の相関があることが分かる。図 7 には観察値と予測値の散布図を示す。

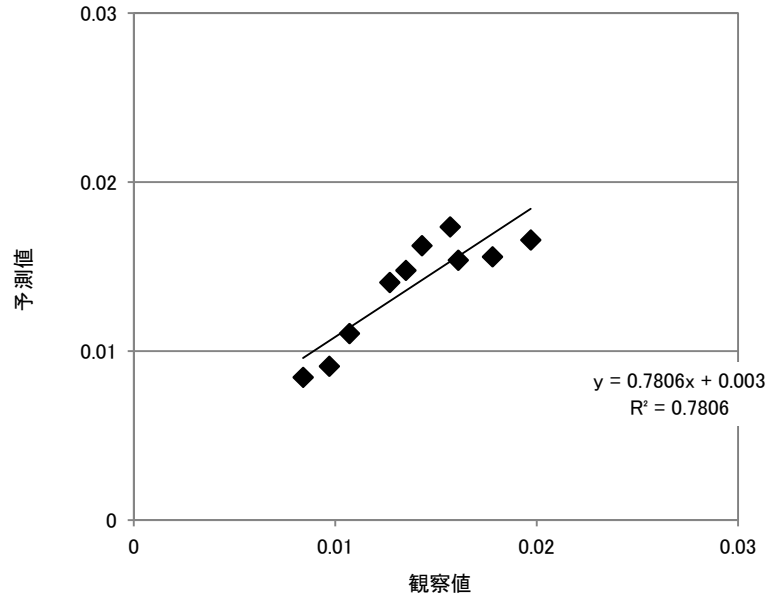


図7 人口当たり死者数の観察値と予測値

(3) 4M-県の結果

表2の「4M-県」の欄に示す6個の説明変数を用いた重回帰分析結果を以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{人口当たり死者数 (人/千人)} = & \\ & - 0.0994 * (\text{N a m b} / \text{L n p}) + 0.0183 * (\text{N v 4} / \text{P a}) + 0.0145 \quad (R^2 = 0.550) \\ & t = 3.7 \qquad \qquad \qquad t = 2.5 \qquad \qquad \qquad t = 2.4 \end{aligned}$$

当てはまりは良くはないが、都道府県道延長当たりの救急車台数とは負の相関があり、人口当たり四輪保有台数とは正の相関があることを示唆している。図8には観察値と予測値の散布図を示す。

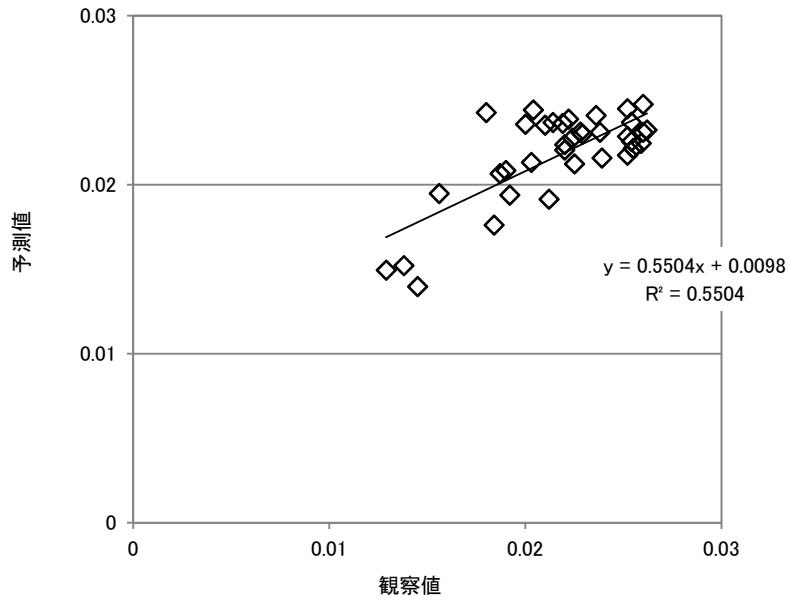


図8 人口当たり死者数の観察値と予測値

5 まとめ

以上の結果をまとめると以下のとおりである

- (1) 死傷者数、死者数とも人口との相関が一番強い。
- (2) 死傷者数、死者数、死亡率の関係は、都道府県の人口規模により異なり
人口が概ね4百万人より多い都道府県は 『死者数、死傷者数は多いが死亡率は低い』
人口が概ね4百万人より少ない府県は 『死者数、死傷者数は少ないが死亡率は高い』
という特徴が見られる。
- (3) 人口当たり死傷者数と相関が認められた説明変数は、以下のとおりである
 - ① 人口当たり一般国道歩道延長 (負の相関)
- (4) 人口当たり死者数と相関が認められた説明変数は、以下のとおりである
 - ② 人口当たり四輪保有台数 (正の相関)
 - ③ 宅地面積当たり都道府県道延長 (正の相関)
 - ④ 面積当たりの19歳以下人口 (負の相関)
～人口が概ね4百万人より多い都道府県での結果～
 - ⑤ 都道府県道延長当たりの救急車台数 (負の相関)
～人口が概ね4百万人より少ない府県での結果～

6 考察

(1) 「まとめ」で述べた①、④、⑤による対策の方向は理解できるとして、②と③はどのように解釈するべきであろうか。参考のために、人口当たり四輪保有台数と人口当たり死者数を、各国間で比較した結果を図9に示した。なお、ここでの各国とは、日本、韓国と、オーストラリア、ベルギー、カナダ、デンマーク、フランス、ドイツ、オランダ、スウェーデン、UK、アメリカである。この図9から、韓国は別にして、欧米各国に比べて日本は人口当たり四輪保有台数の割に人口当たり死者数が多いことが分かる。

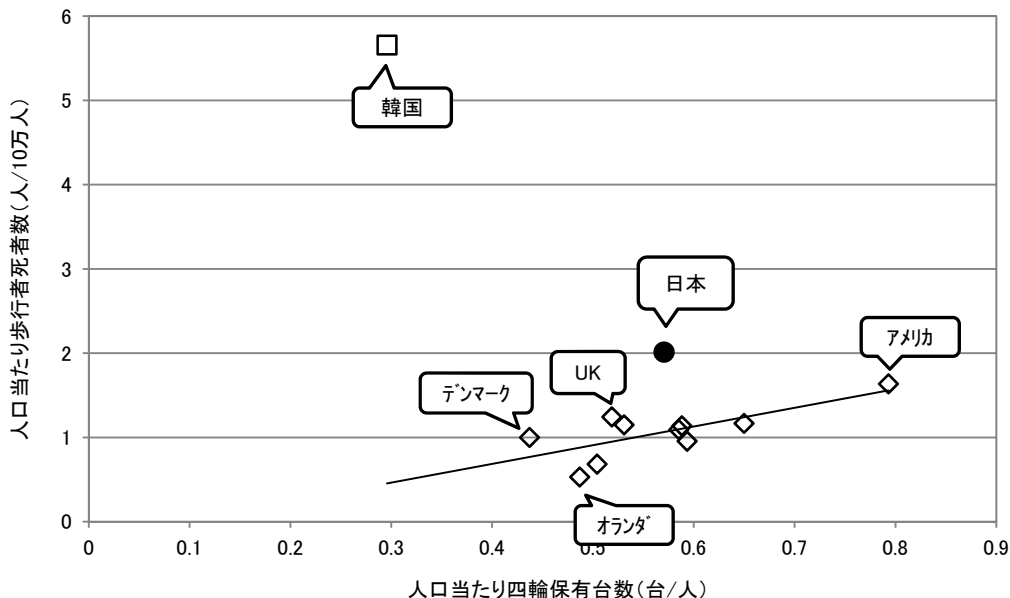


図9 各国の四輪保有台数と歩行者死者数(2004～2008年 IRTADデータ)

すなわち、欧米各国では四輪車と歩行者がうまく共存しているということである。

以上を考慮すると、四輪車と歩行者を分離すること、具体的には図10に示すように、都道府県道のような幹線道路と生活空間を分離することが考えられる。

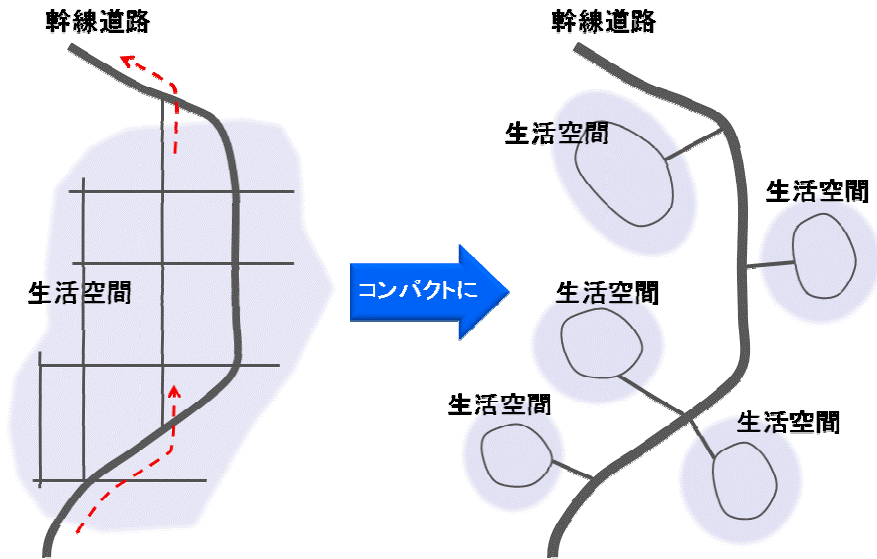


図10 生活空間と幹線道路の分離例

(2) 4M+県と4M-県の死亡率について

2-1で述べたように、4M+県と4M-県での死傷者数、死亡率の様相は大きく異なる。

図11は衝突相手種類別の歩行者の死亡率(全国値)、また、図12は都道府県別の四輪車、二輪車、自転車の保有台数である。

図11、12から言えることは、4M+県では歩行者の死者が少ないというよりも、むしろ自転車、二輪車などとの衝突による死傷者数が多いと理解するべきであると考えられる。

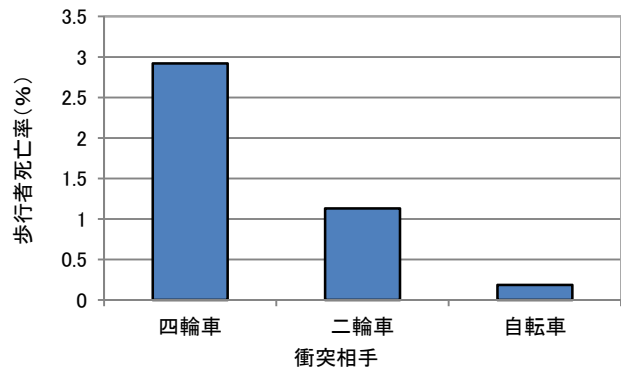


図11 衝突相手別の歩行者死亡率

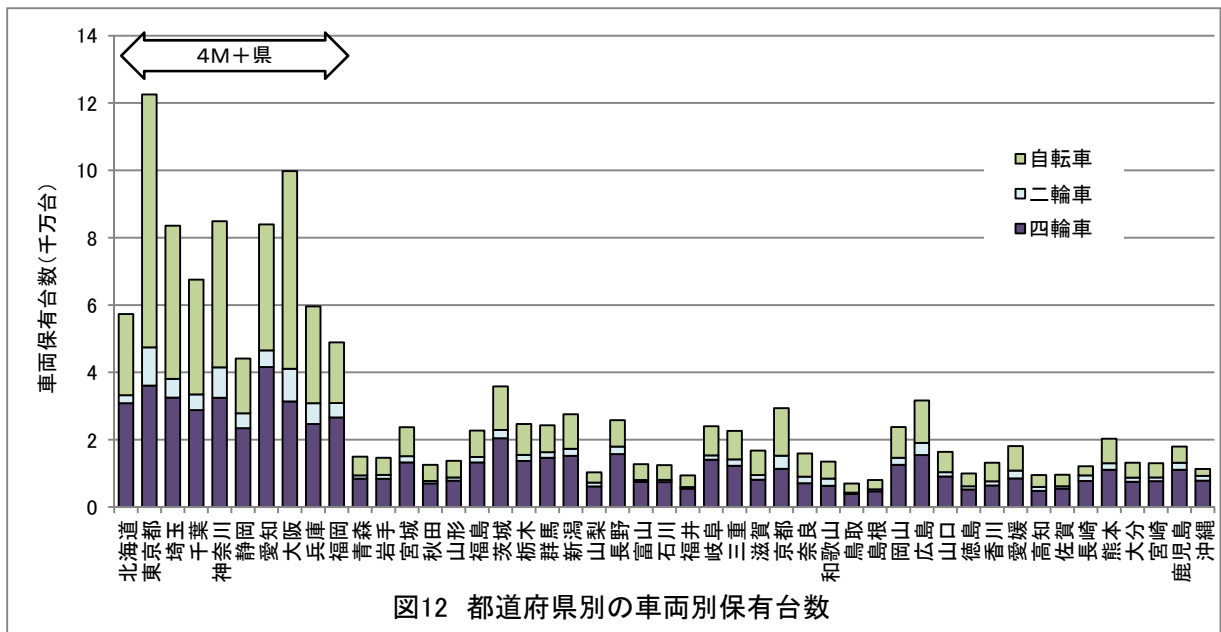


図12 都道府県別の車両別保有台数