

## 自転車乗用中の高齢者の事故分析と対策

交通事故総合分析センター研究部研究第1課研究員 林 祐輔

### 概要

自転車乗用中の高齢者事故における特徴分析の結果から、出会頭事故や頭部損傷の割合が高いことが分かった。

出会頭事故について、さらに分析した結果、法定ルール（目に見える規制標識以外の道路交通法で定められているもの）に関する違反が原因で亡くなる事故が多く、法定ルールに対して理解が少ない非免許保有者に対する講習が重要であることが分かった。

自転車乗用中の被害軽減対策として、ヘルメットと前照灯について分析した結果、ヘルメット着用と夜間の前照灯点灯が100%普及した場合、効果的な交通安全教育を並行して行えば、現在の自転車乗用中の高齢死者のうち、約4割の人が助かる可能性があるという推計結果となった。

マイクロ統計データを分析した結果、車両側の対策として、自動車との衝突速度を15 km/h以下に抑えることが重要であることが分かった。また、マイクロデータによる事例検討を行い、被害軽減ブレーキで事故を回避するために必要な自転車との距離・検知角度等について検討した。

これらの分析結果をもとにそれぞれの対策について提言した。

### 1. 背景・目的

図1の自転車乗用中の死者数の経年変化を見ると、25歳以下は、年の経過と共に死者数が減少しているのが分かる。また、65歳以上の高齢者については、年の経過と共に死者数が減少し、死者数のピーク値付近では、高齢化が進んでいるのが分かる。

図2の年齢別の自転車乗用中死者割合（死者数/死傷者数×100）を見ると、40歳以上から死者割合が高くなっており、さらに65歳以上では、死者割合の増加率も高くなっている。これらから、交通弱者である高齢者は非高齢者と比較して、自転車乗用中に亡くなり易いと言え、特に高齢者を対象とした対策を行うことが重要である。

そこで、本研究では、加齢に伴う自転車乗用中の高齢者事故の特徴を明らかにして、自転車乗用中に事故に遭わない対策、被害軽減対策、車両側の対策に分けて分析し、高齢者に最も現実的かつ効果的な対策を提言する。

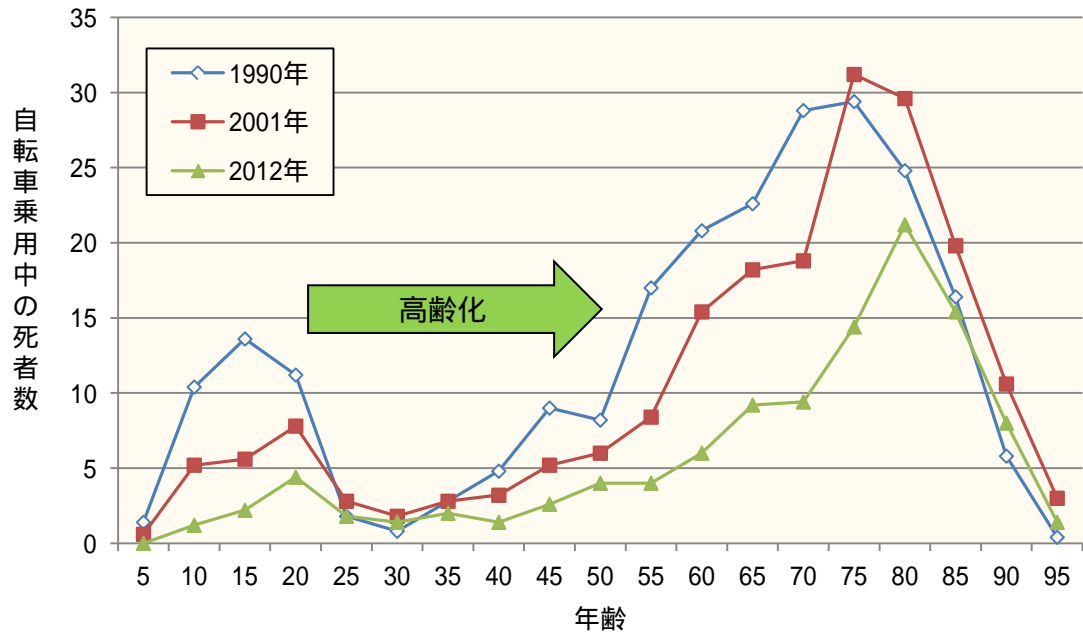


図1 自転車乗用中の死者数の年比較\*1

\* 1 : グラフの平滑化を行うため、5歳刻みの平均値を使用している。

例) 5歳 : 0 ~ 5歳の平均死者数、10歳 : 6 ~ 10歳の平均死者数

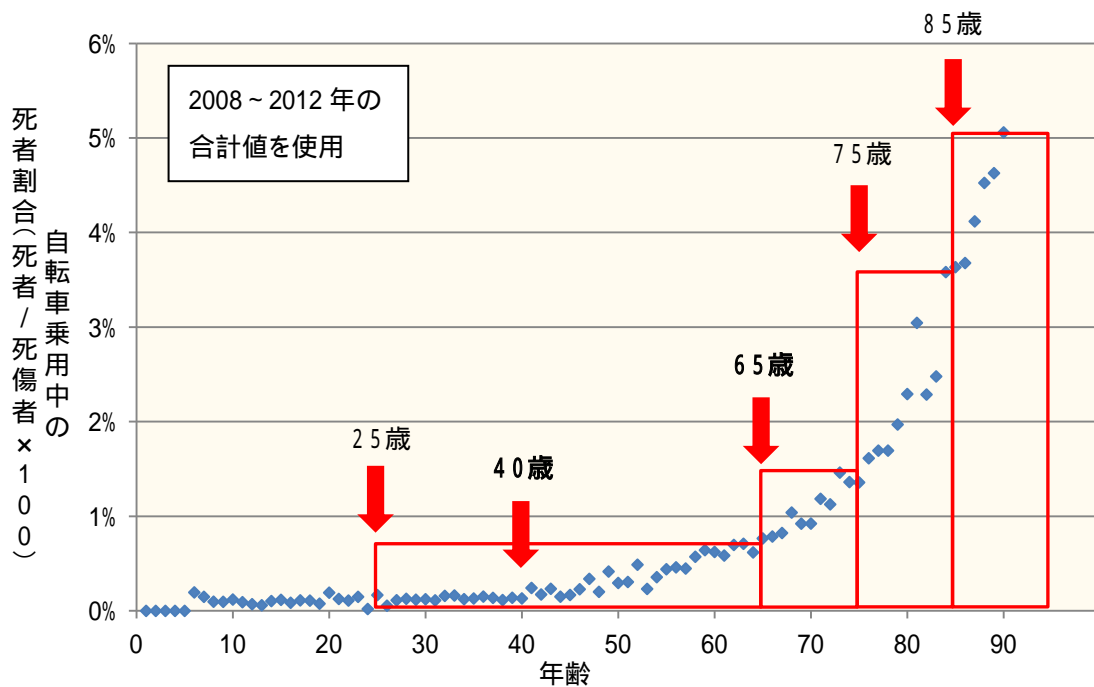


図2 年齢別の自転車乗用中死者割合

## 2. 分析で使用するデータ及び高齢者の区分

### 2.1. 使用するデータ

分析で使用するデータは、交通事故総合分析センター（ITARDA）の

- ・ マクロ統計データ（警察庁の交通事故統計データによる交通事故総合データベース）
- ・ ミクロ統計データ（交通事故総合分析センターによる交通事故例調査）

を使用する。また、マクロデータについては、2008年～2012年の5年間の合計値を使用する。ミクロ統計データは、図16及び6.3.事例検討で使用する。

### 2.2. 高齢者区分

加齢による推移を比較するため、高齢者の年齢層を表2.2(1)のように区分する。

表2.2(1) 高齢者の区分

高齢者区分	年齢幅	自転車乗用中の死者数 (2008年～2012年の 第1、2当事者合計値)
高齢者	65～74歳	828人
高齢者	75～84歳	928人
高齢者	85歳以上	308人

また、比較対象として、表2.2(2)の非高齢者層を使用する。

表2.2(2) 非高齢者の区分

区分	年齢幅	自転車乗用中の死者数 (2008年～2012年の 第1、2当事者合計値)
非高齢者	25～64歳	891人

### 2.3. 用語の定義

本報告書に使用する用語については、下記のように定義する。

死者割合（亡くなり易さ）：死傷者数に占める死者数の割合

$$\text{死者割合（\%）} = \text{死者数} / \text{死傷者数} \times 100$$

### 3. 自転車乗用中の事故の特徴

#### 3.1. 特徴分析

図3の事故類型別死者構成割合を見ると、自転車乗用中の高齢死者の約半数が出会い頭事故による死者である。加齢に伴い出会い頭事故の構成割合が高くなり、車両単独、右左折時、追突事故の構成割合は減少している。

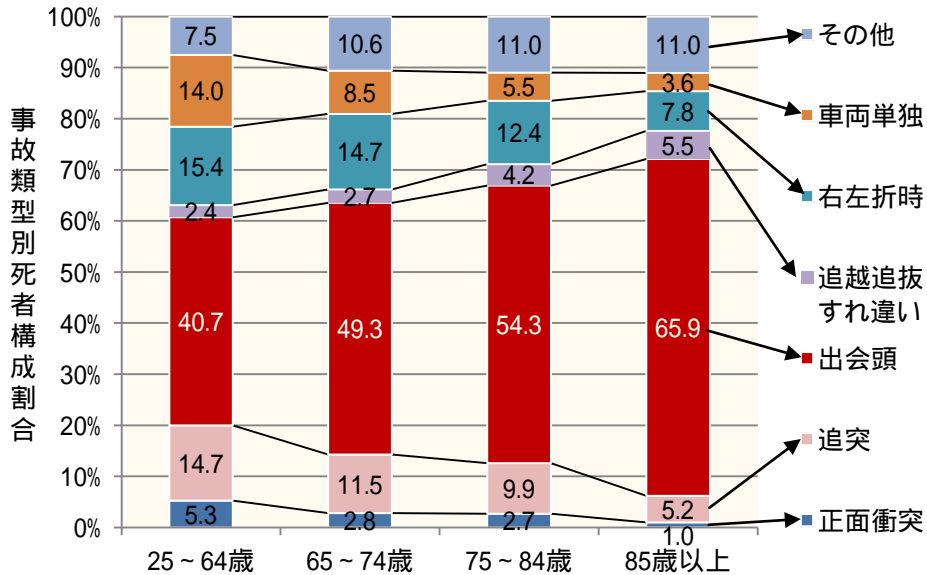


図3 事故類型別死者構成割合

図4の損傷主部位別死者構成割合を見ると、頭部損傷により亡くなる割合が高齢者、非高齢者共に高い。また、加齢に伴い腰部の損傷で亡くなる割合が高くなっており、加齢に伴い致命傷に至る部位が増えている。

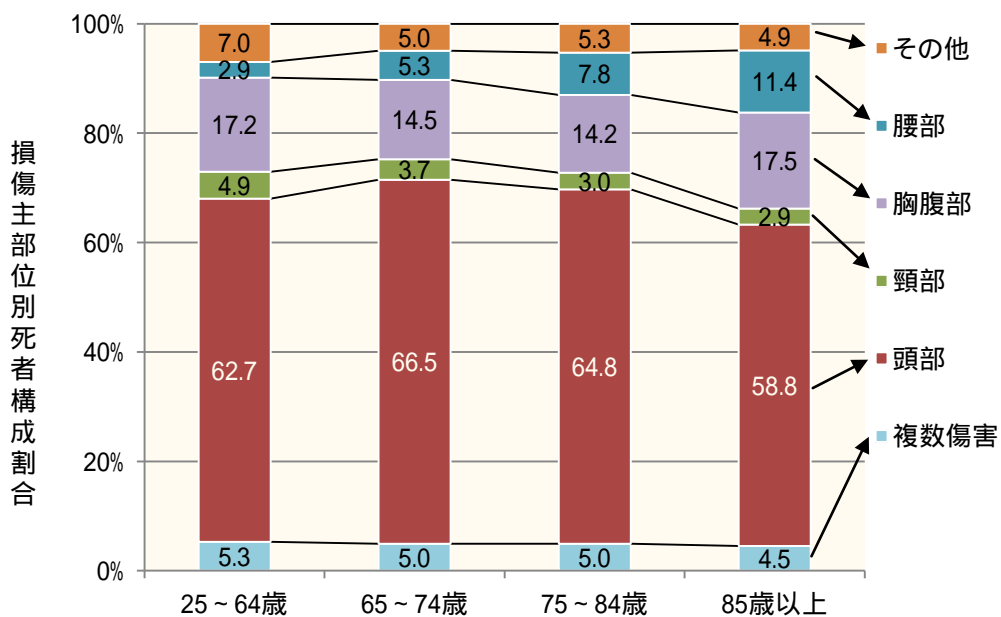
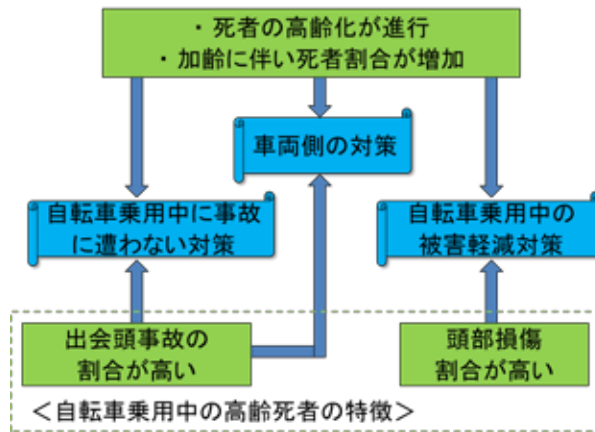


図4 損傷主部位別死者構成割合

3.2. 自転車乗用中の高齢者の問題点と対策

自転車乗用中の事故で亡くなる高齢者の特徴を分析した結果、非高齢者と比較して亡くなり易い、出会い頭事故で亡くなる割合が高い、頭部の怪我で亡くなる割合が高いという特徴があった。

自転車は高齢者にとって、日常の交通手段として欠かすことができず、危険だから乗らないという訳にはいかない。そこで、高齢者が安全に自転車に乗るために、下記チャート図の3つの対策について分析を行い、それぞれで効果が期待できる対策を提言する。



4. 自転車乗用中に事故に遭わない対策（出会い頭事故の特徴分析と対策）

自転車乗用中に事故に遭わない対策として、自転車乗用中に事故に遭った高齢死者の半数以上が出会い頭事故で亡くなっていることに着目して、出会い頭事故の特徴分析を行う。

4.1. 出会い頭事故における自転車の法令違反別死者割合（亡くなり易さ）

図5の出会い頭事故における自転車の法令違反別死者割合を見ると、高齢者では、どの法令違反についても加齢に伴い死者割合が高くなる特徴がある。その中でも特に「優先通行妨害」の違反をした自転車乗用中の高齢死者割合が高い。

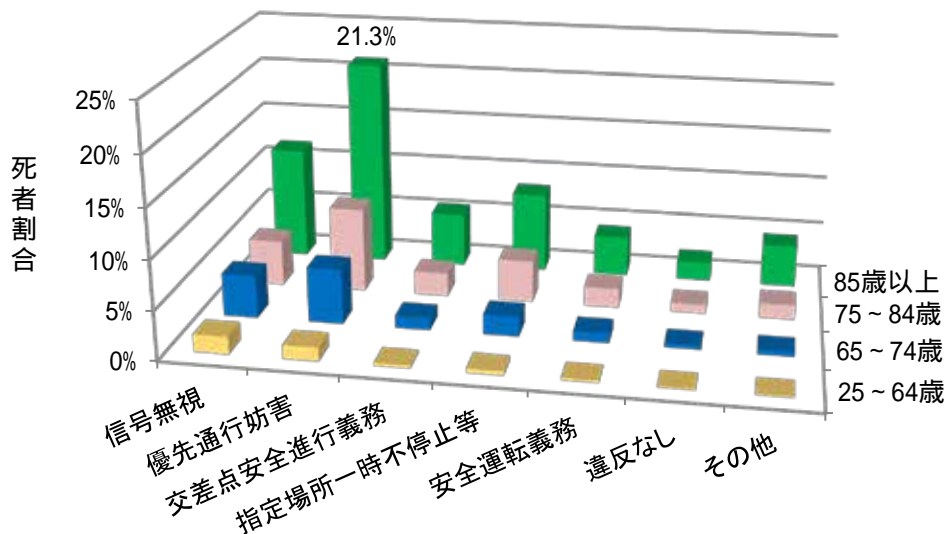


図5 出会い頭事故における自転車の法令違反別死者割合

4.2. 出会頭事故における自転車の法令違反の割合（死者数の多さ）

図6の出会頭事故における自転車の法令違反の割合を見ると、25～64歳の非高齢者は、信号無視で亡くなる人が最も多く、高齢者は、安全確認がおろそか（安全運転義務違反）で亡くなる人が最も多い。

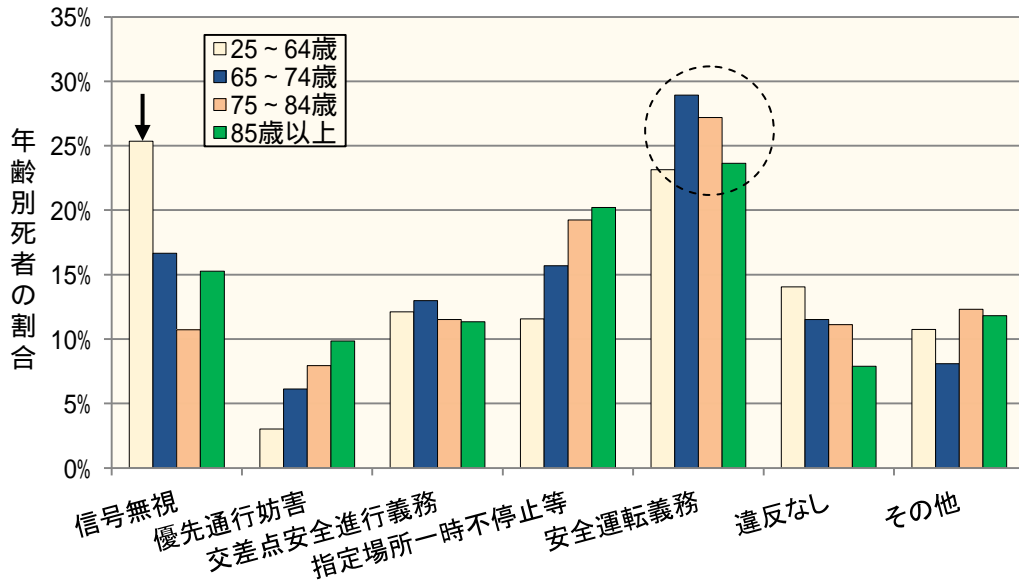


図6 出会頭事故における自転車の法令違反の割合

4.3. 要因分析（人的事故要因別の負傷者割合）

図7、8の出会頭事故における人的事故要因及び安全確認の有無の割合を見ると、加齢に伴い「発見の遅れ」と「安全確認をしなかった」割合が増加している。

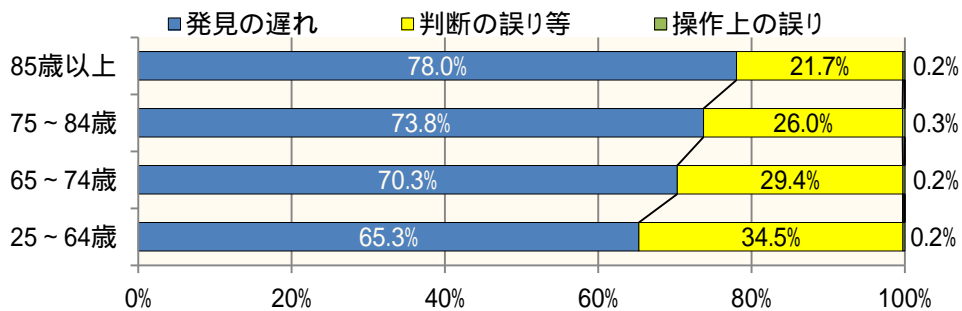


図7 人的事故要因の割合

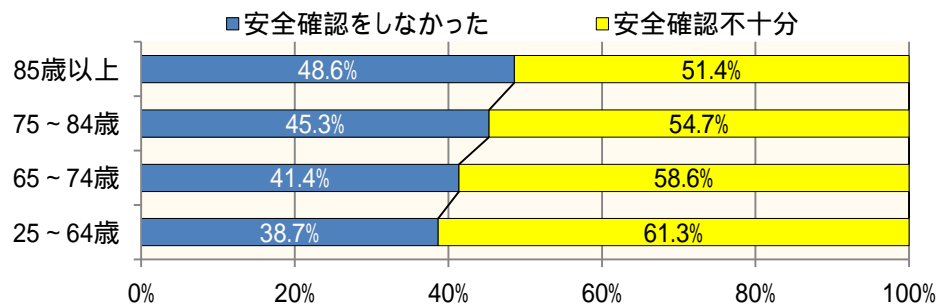


図8 安全確認の割合（図7「発見の遅れ」の内、安全確認をしなかった者と不十分の者の割合）

4.4. 運転免許保有別死者数

図9の運転免許保有別死者数を見ると、自転車乗用中の高齢死者の多くは、運転免許を保持しておらず、道路交通に関する教育を受けていない、又は運転免許を失効、返納し、定期的な講習を受けていない可能性がある。目に見える分かり易い標識、標示の理解はあっても、標識が無い交差点での優先通行妨害等の法定ルール（規制標識等で指定されていないが、道路交通法で決められているルール）に対しては何らかの教育を受けなければ知る機会は無く、自己流の運転方法になっている可能性がある。

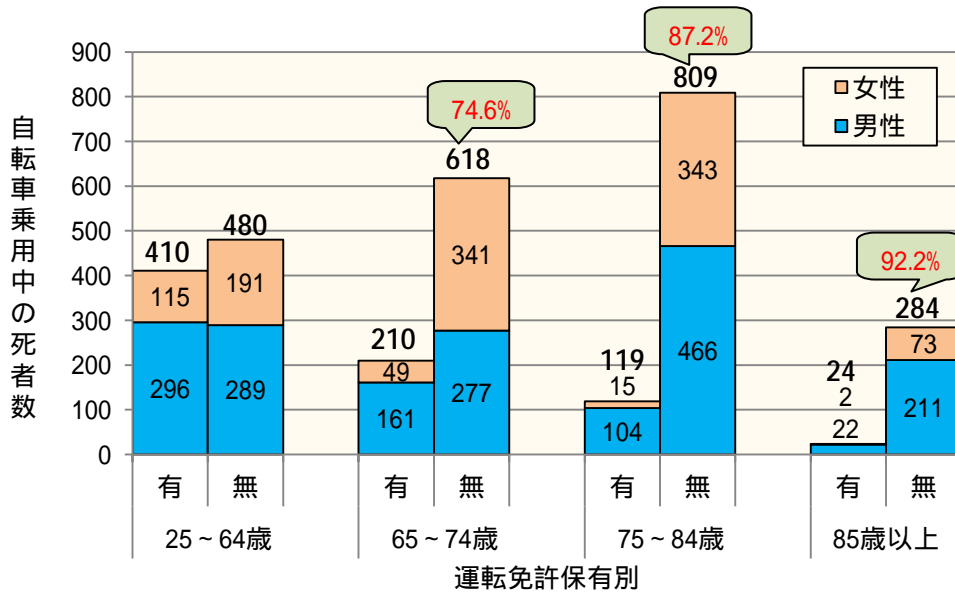
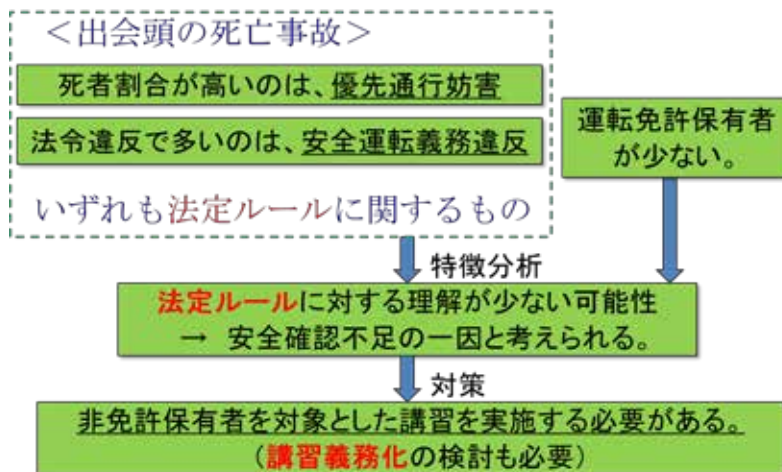


図9 運転免許保有別死者数 (全ての事故類型で集計)

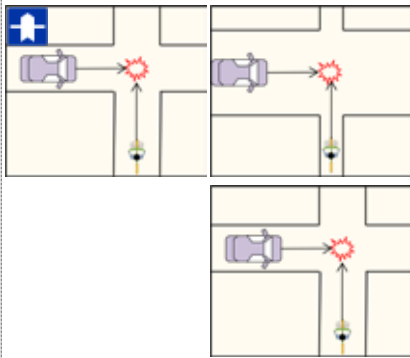
4.5. 高齢自転車が死者となる出会い頭事故のまとめ

出会い頭事故の特徴分析から、亡くなり易いのは「優先通行妨害」、死者数が多いのは、「安全運転義務違反」であり、いずれも法定ルールに関するものであることが分かった。自転車乗用中の高齢死者に運転免許保有者が少ない状況を見ると、非免許保有者を対象とした講習が重要と言え、道路交通に関して興味が無い者も対象とするため、義務化を検討する必要がある。



(補足)

優先通行妨害については、道路交通法第36条で下記のとおり決められている。



・優先道路通行車妨害

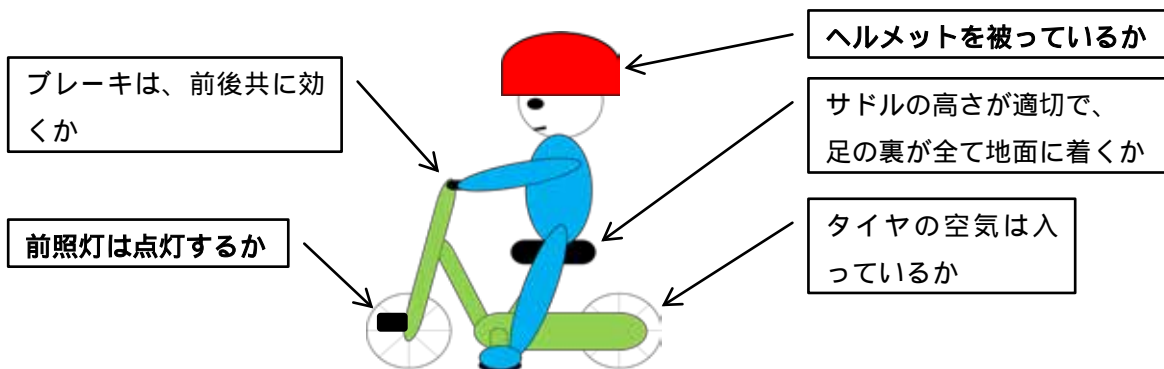
交差道路が優先道路又は、通行している幅員よりも明らかに広い幅員の道路を通行する車両の妨害

・交差点優先車妨害

上記以外で、交差道路の左方から進行してくる車両の妨害

### 5. 自転車乗用中の被害軽減対策

交通事故に遭った時に被害を最小限度に抑えるためには、日ごろから自転車の装備の確認、機能点検を実施することが重要である。本研究では、下図の自転車乗用前の主な点検項目のうち、統計原票から分析できるヘルメット及び前照灯の効果について分析する。



#### 5.1. 被害軽減対策1 ～ ヘルメット ～

##### 5.1.1. ヘルメットの着用割合

図10の自転車乗用中のヘルメット着用割合を見ると、死者の方が負傷者と比較してヘルメットの着用割合が低い。自転車乗用中の死者はヘルメットを着用している人が少ない、あるいはヘルメットを着用することで、亡くなりにくくなり死者数が減っていると推測できる。

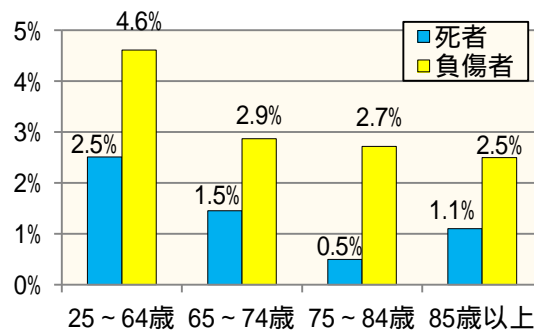


図10 ヘルメットの着用割合 (着用不明を除く、損傷主部位が頭部)



5.1.2. ヘルメット着用・非着用別死者割合

図11のヘルメット着用・非着用別死者割合を見ると、ヘルメットを着用していた方が非着用と比較して死者割合が低くなる。また、その効果は非高齢者よりも高齢者の方が大きい。

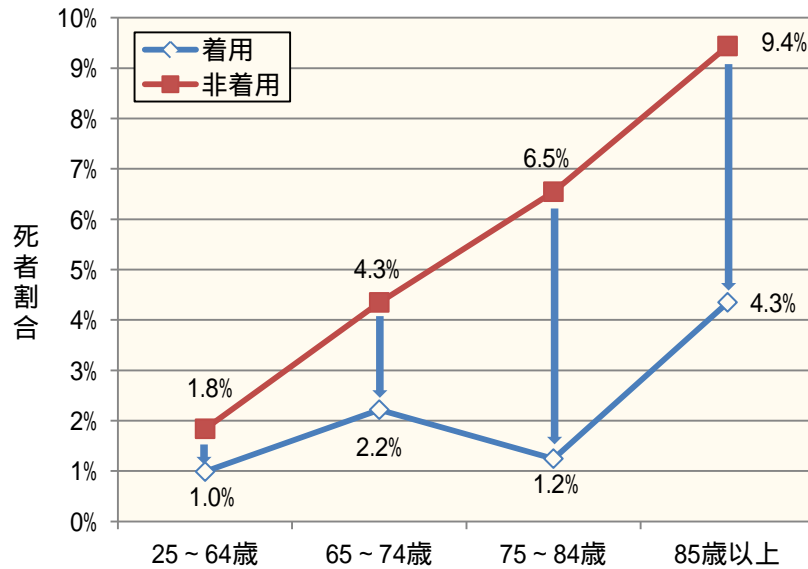


図11 ヘルメット着用・非着用別死者割合（着用不明を除く、損傷主部位が頭部）

5.2. 被害軽減対策2 ～ 前照灯 ～

5.2.1. 前照灯の点灯割合（夜間）

図12の自転車乗用中の前照灯点灯割合を見ると、死者の方が負傷者と比較して前照灯を点灯している割合が低い。自転車乗用中の死者は夜間に前照灯を点灯している人が少ない、あるいは夜間に前照灯を点灯することで、死亡事故になりにくくなり死者数が減っていると推測できる。

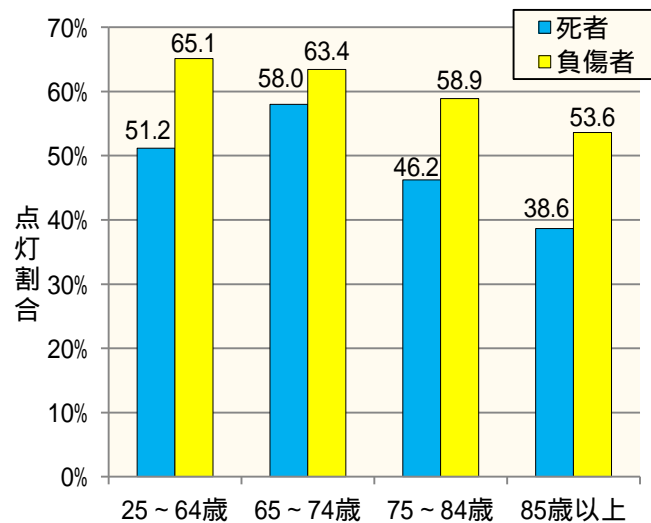


図12 前照灯の点灯割合（夜間、調査不能を除く）

5.2.2. 前照灯点灯・消灯別死者割合（夜間）

図13の前照灯点灯・消灯別死者割合を見ると、前照灯を点灯していた方が消灯していた場合と比較して死者割合が低くなる。また、その効果は加齢に伴い大きくなる。

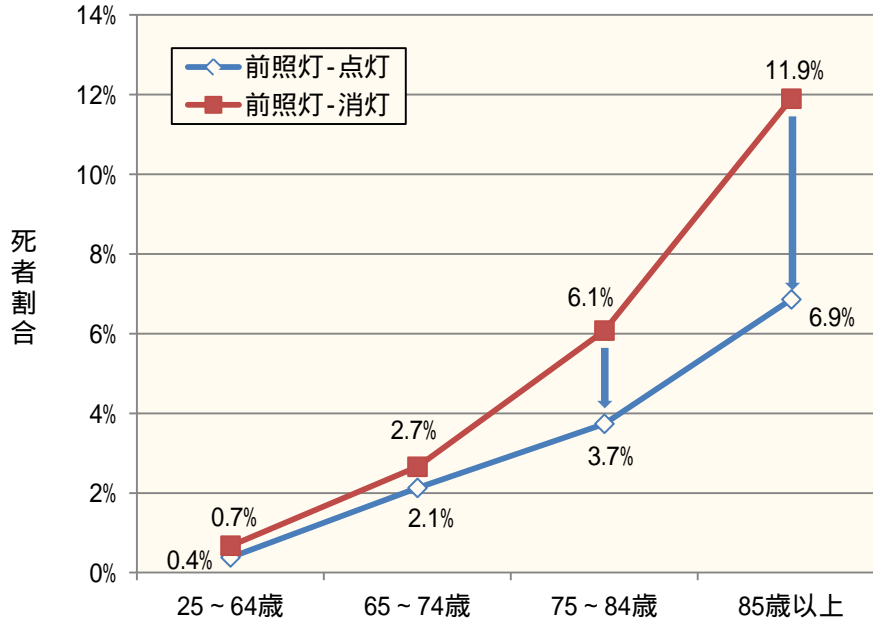


図13 前照灯点灯・消灯別死者割合（夜間、調査不能を除く）

5.2.3. 前照灯の相手に与える効果

図14の前照灯の相手に与える効果を見ると、自転車の前照灯は、相手車両の運転者の前方不注意に対して効果がある。

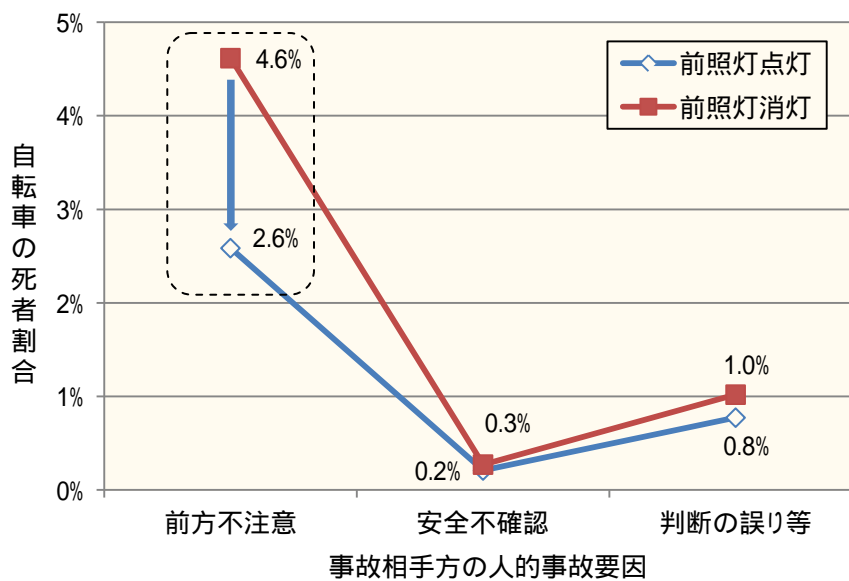


図14 前照灯の相手に与える効果（夜間、調査不能を除く）

5.3. 相乗効果の推計

図15のヘルメット着用・非着用別、前照灯点灯・消灯別死者割合を見ると、ヘルメット非着用の高齢者は加齢に伴い死者割合が高くなっており、その中でも前照灯消灯の死者割合が高いことが分かる。(ヘルメット着用の死者割合については、データ数が少ないためバラツキが大きい。)

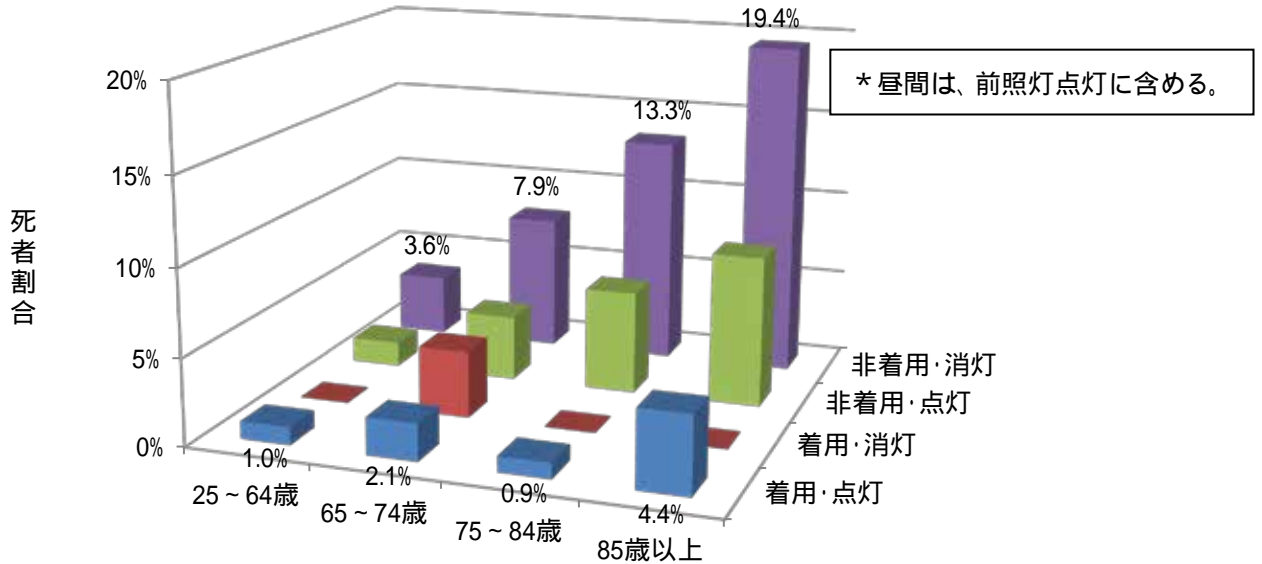


図15 ヘルメット着用・非着用別、前照灯点灯・消灯別死者割合

ヘルメット着用、夜間の前照灯点灯が完全に普及すればどの位の効果が得られるのかを2008～2012年のデータを使用して計算する。計算条件については下記の通りで、2008～2012年の自転車乗用中の死者のうち、ヘルメット非着用者、前照灯を点灯していない者がそれぞれ着用、点灯していたと仮定して死者数を推計する。

計算条件      ヘルメット、前照灯のデータが調査不能となっているものは、計算から除く。  
 損傷主部位が頭部の場合は、昼間はヘルメットの効果、夜間は前照灯の効果で計算。  
 (夜間のヘルメット着用かつ前照灯消灯の死者数が少ないため。)  
 損傷主部位が頭部以外の場合は、夜間の前照灯の効果で計算。

例)・ ヘルメット着用での推計死者数 = ヘルメット非着用の死傷者数 × ヘルメット着用の死者割合  
 ・ 前照灯点灯での推計死者数 = 前照灯消灯の死傷者数 × 前照灯点灯の死者割合

計算した結果は、表15(1)に示したとおりである。自転車乗用中の高齢死者のうち約4割の人に効果が見られ、助かる可能性がある。ただし、基準としたヘルメット着用者・前照灯を点灯していた人は道路交通に対するモラルが高いと推測でき、推計結果がヘルメット着用及び前照灯点灯による効果のみでは無いことに注意する必要がある。この効果を出すためには、ヘルメット着用と夜間の前照灯点灯の100%普及に加えて、モラル向上のため、高齢者に対して効果的な交通安全教育も同時に行う必要がある。

表15(1) 相乗効果の推計計算結果(簡略)

	25～64歳	65～74歳	75～84歳	85歳以上	高齢者合計
死者合計(実数)	891	828	928	308	2,064
死者合計(推計)	787	571	505	230	1,305
差(実数 - 推計)	104	257	423	72	759
差 / 死者合計	11.6%	31.1%	45.6%	25.4%	36.8%

\* 詳細な計算結果は、研究発表会データの表15(2)に示す。

(ITARDAホームページの「提供資料」-「その他統計(研究発表会データ等)」)

#### 5.4. 提案(例示)

ヘルメット着用と夜間の前照灯点灯は、交通事故死者削減に大きな効果があることが分かったが、ヘルメットについては、世の中の意見として、

- ・ 皆がしていないのに、自分だけしようとは思わない。
- ・ そもそも面倒くさいのではない。
- ・ 自分の問題なので、人からとやかく言われたくない。
- ・ ヘアスタイルが乱れる

等の意見があり、普及しにくいのが現実である。また、高齢者にとって、長年の生活習慣を自分から変えることは難しく、周りの人が高齢者の意識を自然と変えていく努力が必要となる。

そこで、自転車を交通手段としている高齢者に直接言うのではなく、他者を介在した間接的推奨としてヘルメット着用、夜間の前照灯点灯をしてもらうために、2つの提案を行った。

##### 提案1) 幸せの赤いヘルメット運動

還暦(60歳)のプレゼントに悩んでいる方もいると思います。そんな方は、おしゃれでスタイリッシュなスポーツタイプの赤いヘルメットをプレゼントしてみてもどうでしょうか。人から贈られたものであれば、自然と装着する機会が増えるはずです。(ヘルメットの赤色は夜間の視認性が悪くなるので、反射材付きの蛍光色を使用したもの)

##### 提案2) 勝手に点く点く防死運動(オートライト)

加齢に伴い前照灯を点けない方が多くなります。面倒くさいという意見があるかもしれませんが、誕生日等に自動点灯する自転車用ライトをプレゼントしてみてもどうでしょうか。自動点灯であれば、面倒くさくて点けないという心配がありません。

6. 車両側の対策

自転車乗用中の高齢死者は、安全確認をせずに交差点に進入するケースが多くなるという図7、8の統計データを示したが、そのような不意の事故防止のために車両側で出来ることの一つは、いかに衝突速度を落とせるかである。最近の車には被害軽減機能があり、衝突速度を落とせるものもあるが、どの程度下げられれば死者削減に対して有効なのかを、衝突速度と傷害程度について分析して明らかにする。また事例検討を行い、被害軽減機能に必要な自転車との距離、検知角度について、分析する。

6.1. 出会頭事故の衝突速度・年齢別分布（マイクロ統計データ）

1994年～2011年のマイクロ統計データのうち、自転車乗用中に出会頭事故で亡くなった高齢者43名のデータを使用して分析する。

図16を見ると、重傷事故の場合は、衝突速度が低速度から高速度まで分散しており、軽傷事故と死亡事故は、時速約15km/hを境にして分かれていることが明らかである。このことから、衝突速度を約15km/hまでいかに下げられるかが重要であることが分かる。

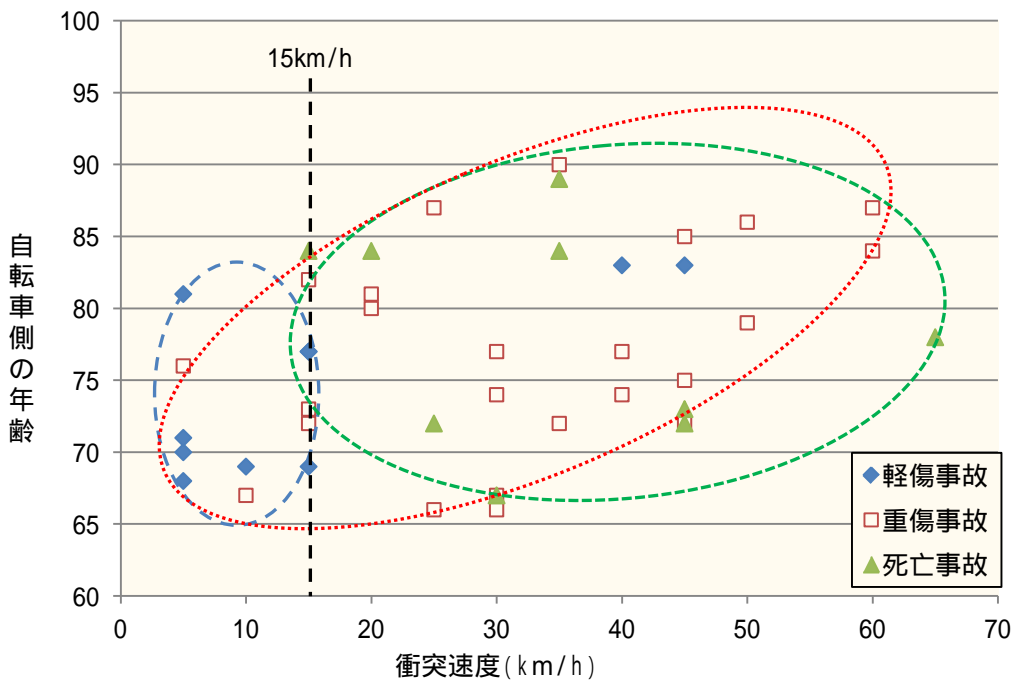


図16 出会頭事故の衝突速度・年齢別分布（マイクロ統計データ）

6.2. 規制速度別高齢死者構成割合

図17の死亡事故を起こした第1当事者の規制速度に対する速度超過の割合を見ると、規制速度が20km/hのところでは約8割以上、それ以外では約4割が速度超過をしている。規制速度を遵守し、日常の走行速度を少しでも抑えることが出来れば、衝突速度を15km/h以内に抑えられる件数が増えると推測できる。

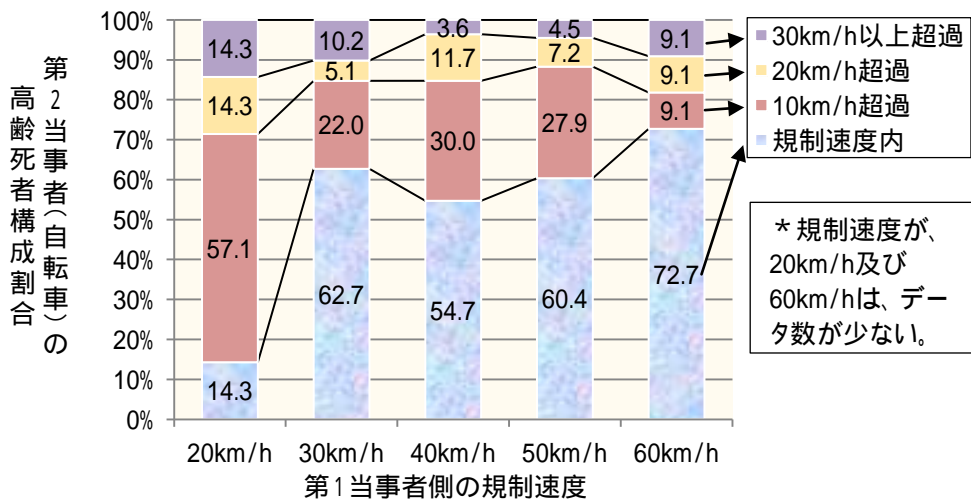


図17 出会頭事故の規制速度別高齢死者構成割合

6.3. 事例検討(マイクロデータ)

事例検討を行い、解析結果から事故回避するために車両側で出来る対策を検討する。

6.3.1. 事故概要

自家用普通乗用自動車に乗車した26歳の男性運転手が信号が無く見通しの良い交差点を漫然と直進中、自転車に乗って右から左へと横断中の84歳の女性に直前になって気づき急制動をかけたが間に合わず衝突し、自転車の女性が頭部損傷で亡くなった。(図18(1)(2)参照)

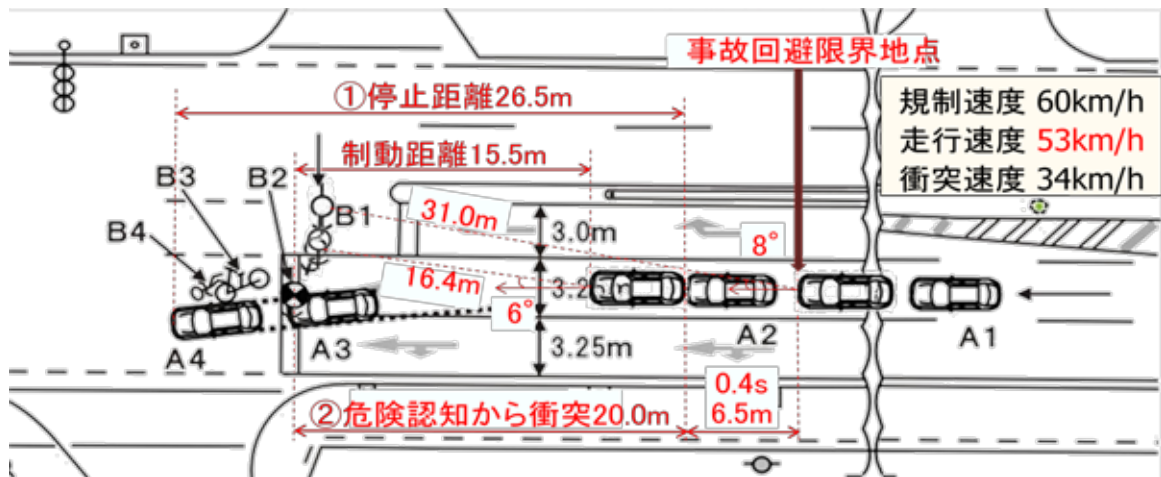


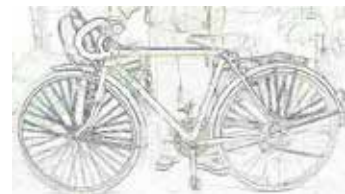
図18(1) 道路状況図



(a) 現場道路



(b) 26歳男性運転車両



(c) 84歳女性運転車両

図18(2) 現場道路及び運転車両

6.3.2. 解析結果

自動車運転者が指示したそれぞれの地点（危険認知、衝突、停止地点）から走行速度、衝突速度を算出し、危険を認知した地点から何秒前に気付けば事故を回避できたのかを解析する。また、被害軽減機能で対応するために必要な自転車との距離、検知角度を明らかにする。

-----凡例-----

- μ : 路面の摩擦係数(0.7)    g : 重力加速度(9.8m/s<sup>2</sup>)    t : 反応時間(0.75s)
- t<sub>1</sub> : 事故回避限界地点から危険を認知するまでの時間(s)
- L : 危険を認知してから停止するまでの距離(26.5m)    L<sub>1</sub> : 空走距離(m)    L<sub>2</sub> : 制動距離(m)
- L<sub>3</sub> : 制動開始から衝突までの距離
- V<sub>0</sub> : 走行速度 (ブレーキをかけた時の速度 m/s)    V<sub>1</sub> : 衝突速度(m/s)

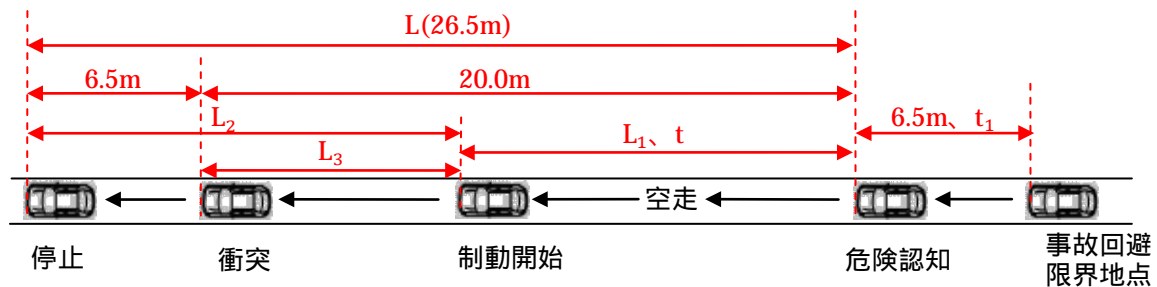


図 1 8 (3) 解析検討図

まず、この事例における走行速度V<sub>0</sub>、衝突速度V<sub>1</sub>を算出する。

$$\text{空走距離 } L_1 = V_0 t \quad - (1)$$

$$\text{制動距離 } L_2 = \frac{V_0^2}{2 \mu g} \quad - (2)$$

$$\text{危険認知から停止までの距離 } L = L_1 + L_2 \quad - (3)$$

(3)式に(1)、(2)式を代入し、走行速度V<sub>0</sub>を求める。

$$\frac{1}{2 \times 0.7 \times 9.8} V_0^2 + 0.75 V_0 - 26.5 = 0$$

$$V_0 \approx 14.6 \text{ m/s} \approx 52.6 \text{ km/h}$$

求めた走行速度V<sub>0</sub>から (1)、(2)式を使用し、空走距離L<sub>1</sub>と制動距離L<sub>2</sub>をそれぞれ求める。

$$L_1 = V_0 t = 14.6 \times 0.75 \approx 11.0 \text{ m}$$

$$L_2 = \frac{V_0^2}{2 \mu g} = \frac{14.6^2}{2 \times 0.7 \times 9.8} \approx 15.5 \text{ m}$$

次に、危険を認知してから衝突までの距離 20.0m と空走距離 $L_1$ から、制動開始から衝突までの距離 $L_3$ を求めると

$$L_3 = 20.0 - L_1 \approx 9.0\text{m}$$

となる。

制動開始から衝突までの距離 $L_3$ を使用し、衝突速度 $V_1$ を求める。

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 - 2\mu gL_3} = \sqrt{14.6^2 - 2 \times 0.7 \times 9.8 \times 9.0} \approx 9.4\text{m/s} \approx 34.0\text{km/h}$$

これらの結果より、

$$\text{走行速度 } V_0 \approx 52.6\text{km/h}$$

$$\text{衝突速度 } V_1 \approx 34.0\text{km/h}$$

であることが分かり、規制速度 60km/h に対して、走行速度が 52.6km/h と誤差を考慮しても規制速度内で走行していたと思われる。しかし、図 16 のミクロ統計データで衝突速度を見てみると、この事例では、衝突速度が 15km/h 以上あり、重傷事故若しくは死亡事故になる可能性が高かったと言える。

衝突から停止までの距離が 6.5m であることから、危険認知の地点から 6.5m 以上手前（事故回避限界地点）で相手の自転車に気づき急制動をかけることができれば、事故を回避することができた。

事故回避限界地点から危険認知までの距離と走行速度 $V_0$ から時間 $t_1$ を求めると、

$$t_1 = \frac{6.5}{V_0} = \frac{6.5}{14.6} \approx 0.4\text{s}$$

となる。

以上の解析結果から、この事例では、0.4 秒以上早く相手の自転車に気づき急制動をかけることができれば、事故を回避できたことになる。僅かな気の緩みが重大事故につながる可能性があることから、交差点では漫然と走行せず、安全確認をしっかりと行う必要がある。

現在、車両側の機能として、衝突回避のための被害軽減ブレーキが進化し続けているが、この事故を回避するために必要な自転車との距離、検知角度を解析図面上から計測、算出すると、

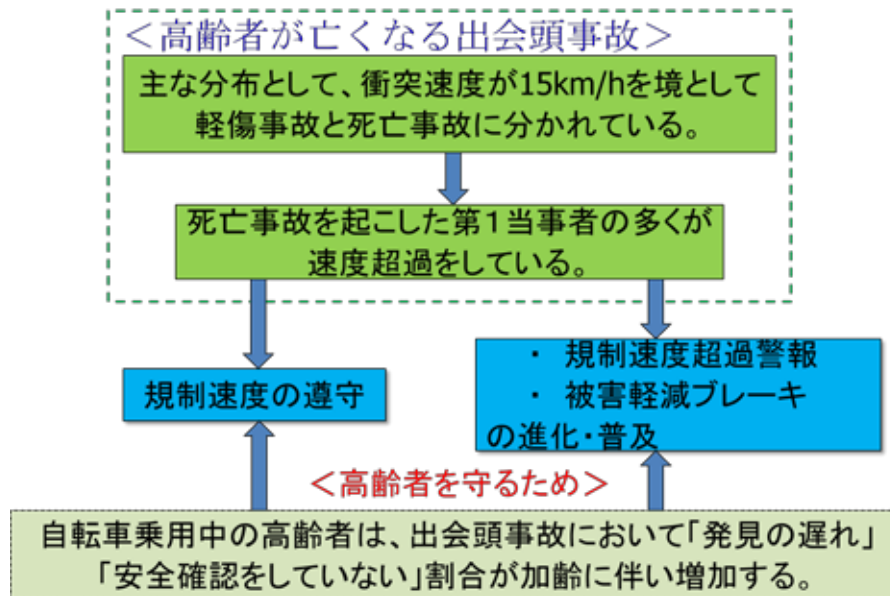
- ・ 制動開始地点（衝突地点を基準とした制動距離）  
車両から自転車までの距離 16.4 m  
片側の検知角度 6°
- ・ 事故回避限界地点（衝突地点を基準とした停止距離（制動距離 + 空走距離））  
車両から自転車までの距離 31.0 m  
片側の検知角度 8°

であることが分かった。高速度で動く自転車に対応することは困難であると予想されるが、将来的にこのシステムが実現出来れば、この事例のような死亡事故を無くすることができる。



#### 6.4. 車両側の対策のまとめ

ミクロ統計データの分析結果から、自転車乗用中の高齢者を守るためには、衝突速度を15 km/h以下に抑えることが重要であることが分かった。速度超過で死亡事故を起こしている人が約4割いるという現状を考え、規制速度の重要性を再認識する必要がある。また、事例検討の結果から少しの油断が大きな事故につながっていることが分かり、運転者自身の確実な安全確認と被害軽減ブレーキの進化・普及により、死亡事故を確実に減らすことができると思われる。



#### 7. 本研究のまとめ

- ・ 自転車乗用中の死者は、高齢化が進んでおり、加齢に伴い死者割合が高くなる。
- ・ 高齢者は非高齢者と比較して、交差点において安全確認がおろそかになり易い傾向があり、加齢に伴い出会い頭事故が増える要因の一つと考えられる。
- ・ 加齢に伴い、前照灯の点灯・ヘルメットの着用割合が減るが、もし点灯・着用していれば、自転車乗用中の高齢死者のうち、約4割の人が助かる可能性がある。
- ・ 高齢者の非免許保有者に対して、効果的な交通安全講習を実施する必要がある。  
(任意の講習では、道路交通に関心のある者しか来ないことも予想されるため、関心の薄い人も対象とする講習義務化を検討する必要がある。)
- ・ 車両側では、速度規制の遵守と確実な安全確認が重要である。僅かな気の緩みによる重大事故を防ぐために被害軽減ブレーキの進化・普及が期待される。