

安心・安全な自転車先進国を目指して¹

自転車保険義務化に関する計量分析

所属大学名 慶應義塾大学

所属研究会名 田邊勝巳研究会

分科会名 都市交通

執筆者氏名

宗像善也

阿部大起

長坂典香

加藤沙紀

2018年 11月

¹ 本稿は、2018年12月8日、9日に開催されるISFJ日本政策学生会議「政策フォーラム2018」のために作成したものである。本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

要約

本稿では、近年の自転車保険加入義務化が進む背景を踏まえ、事故発生時に加害者の経済的負担を軽減させるなど、一見有益に見える保険義務化が、実際はモラルハザードや自転車利用の阻害要因となっているなどの弊害を引き起こしているのではないかという仮説のもと、本当に自転車利用者のための施策となっているのかを研究する。

交通機関を利用する際に自転車を選択する人の割合である自転車分担率は、世界第 3 位の 13%を占めており、日本において自転車は、主要な交通手段の一つとなっている。自転車は二酸化炭素を排出せず環境に優しい点や、道路混雑対策、自転車の利用による健康増進効果などが理由で、近年、日本でも利用促進が期待されている。

一方、自転車に起因する交通事故数は減少したとはいえ、大きな社会問題の 1 つであり、国は自転車交通事故を減らす施策、例えば、道路交通法の改正や、自転車通行環境整備モデル地区の設置などの取り組みを行った。自転車事故発生件数は年々減少傾向にあるが、その内訳を見ると、対歩行者事故は増加している。さらに、事故発生時の高額な賠償金負担などの新たな問題も生じている。この問題に対し、一部自治体は近年、自転車保険の義務化に踏み切った。自転車保険に加入することは加害者の経済的負担の軽減や被害者救済につながる。しかし、自転車保険の義務化はモラルハザードの発生や自転車利用の減少を誘発するなど、必ずしもプラスの面ばかりとは限らない。そこで、自転車保険の義務化による負の側面を 2 つの実証分析により明らかにした上で、政策を提言する。

本稿の構成は以下の通りである。第 1 章では、現状分析として、現在の日本における自転車利用、事故の現状を述べていく。そして、自転車事故対策として取り組まれている具体的な施策を説明し、新たに生じる問題について言及する。特に近年のトレンドである自転車保険の加入義務化を論じる。第 2 章では、本稿の研究目的である自転車保険の加入義務化が持つ負の影響を明らかにする。

第 3 章では、先行研究のサーベイを行う。第 1 節においては、本稿のテーマと関連している、自転車事故に関する研究と、自動車保険のモラルハザードに着目した研究を紹介する。第 2 節では、分析に関して参考とした、操作変数法、DD 分析、AIDS モデルに関する研究を紹介する。自動車の交通事故に関する研究は数多く存在するが、実証分析により定量的に研究した論文は多くない。自転車の交通事故に関する実証研究は皆無である。

第 4 章では、2 つの実証分析を行う。第一に、自転車保険の義務化によるモラルハザードの検証を行う。パネルデータに基づき、自転車事故が多発するという因果関係だけでなく、自転車事故が多い都道府県では被害者を守るために保険を義務化するという逆の因果性も考慮した上で、操作変数法を採用した。第二に、保険義務化が自転車需要を阻害しているのかを明らかにする。LA-AIDS モデルを用いて、自転車保険の義務化が自転車購入に及ぼす影響について分析する。

第5章では、4章までの議論を踏まえ政策提言を行う。本稿の分析結果より、保険の義務化はモラルハザードを引き起こす可能性があり、保険義務化の政策は自転車事故の増加を誘発することが懸念される。モラルハザードを防ぐ仕組みとして、QRコードを掲載した保険加入者であることを示すマークの作成や、無事故無違反である期間に応じて保険料が割引されるサービスの導入、VR技術を使った交通安全教室の実施により安全意識を強めさせるような政策を行っていくべきであると提案する。また、実証分析1の結果から、歩車分離を徹底した交通環境の整備を提案する。最後に、各自治体に対する提言をより強化なものにするために、実証分析1の結果を踏まえ、国には道路交通法の改正により自転車事故の厳罰化を進めるべきであると提言する。

目次

はじめに

第1章 現状分析

- 第1節 日本での自転車利用
- 第2節 自転車事故件数の推移と事故減少への取り組み
 - 第1項 自転車事故件数の推移
 - 第2項 自転車事故減少のための取り組み
- 第3節 自転車対歩行者事故の増加と高額な賠償請求という新たな問題の発生
- 第4節 自転車保険
 - 第1項 自転車保険の概要
 - 第2項 自治体で広がる自転車保険の義務化
 - 第3項 自転車保険義務化に関するヒヤリング
- 第5節 保険義務化のデメリット
 - 第1項 モラルハザードの発生
 - 第2項 利用者の減少

第2章 問題意識

第3章 先行研究

- 第1節 本稿のテーマに関する研究
 - 第1項 自転車事故
 - 第2項 モラルハザード
- 第2節 分析手法に関する研究
 - 第1項 操作変数法
 - 第2項 AIDS モデル
- 第3節 本稿の位置づけ

第4章 モデル

- 第1節 自転車保険の義務化による自転車事故増加の検証
 - 第1項 分析の概要とモデル
 - 第2項 データの出典・仮説
 - 第3項 分析結果及び考察

第2節 自転車保険の義務化が自転車需要に及ぼす影響

- 第1項 分析の概要とモデル
- 第2項 データの出典・仮説
- 第3項 分析結果及び考察

第5章 政策提言

第1節 保険義務化によるモラルハザードへの政策提言

- 第1項 保険加入者のデータ管理と割引サービスの導入
- 第2項 VR技術を活用した交通安全教室の実施

第2節 自転車対歩行者事故抑制に関する政策提言

- 第1項 物理的な障害物による歩車分離の徹底
- 第2項 道路交通法改正による違反行為の取り締まりの強化

おわりに

参考文献・データ出典

はじめに

近年、自転車は様々な観点から注目を集めており利用促進や環境整備の声が広がっている。また自転車事故数も様々な施策を行ったことで年々減少傾向にある。しかしその一方で、自転車対歩行者事故の増加や高額な賠償請求など新たな問題も発生しており、その対処策として自治体による自転車保険への加入の義務化が進んでいる。一見有効な政策に見える自転車保険の義務化だが、モラルハザードの発生や利用者減少など自転車の利用促進に対してマイナスの影響を与える可能性も考えられる。本稿では保険加入義務化によって起こりうるマイナスの側面に着目し、操作変数法やAIDSモデルを用いた実証分析を行った。その結果自転車保険の義務化によってモラルハザードが発生しており、また自転車保険を義務化することは自転車利用者の減少には寄与していないことが分かった。したがって、モラルハザードへの対策が必要である。保険の負の側面であるモラルハザードが生じる可能性がある以上、自転車保険は事故にあった被害者を保護するという面ではある一定の寄与はあると考えられる。よって、違反行為の取締をより一層強化していくことで、保険加入によって生じた気の緩みを打ち消すほどの厳罰化を行うべきだという政策を提言する。自転車の利用が注目され自転車の危険性が取り上げられているが、自転車を安全に利用できるような政策によって我が国が安全安心な自転車先進国になっていくことを願って、本稿を執筆する。

第1章 現状分析

第1節 日本での自転車利用

近年日本では自転車が様々な観点から注目を集め利用促進を期待されている。主な理由として自転車が地球温暖化の原因となる二酸化炭素を排出しない環境にやさしい乗り物であることがあげられる。また、サイクリングによる健康増進効果や2020年に開催される東京オリンピックでの外国人観光客の新たな交通手段となることも期待されている。新たな交通手段としてはシェアサイクルの導入が進んでいる。シェアサイクルは複数のサイクルポートで利用することができ、またスマートフォン1台で利用できるという手軽さから利用されている。また電動アシスト自転車は駆動機が付属していることで上り坂なども少ない労力で運転することができ高齢者や主婦の購買が増加している。

現在日本の自転車保有台数は7200万台を推移しておりこれは1970年の2700万台から約2.6倍も増加している。また交通機関を利用する際に自転車を選択する人の割合である自転車分担率は13%でオランダ・デンマークに次いで世界第3位である。

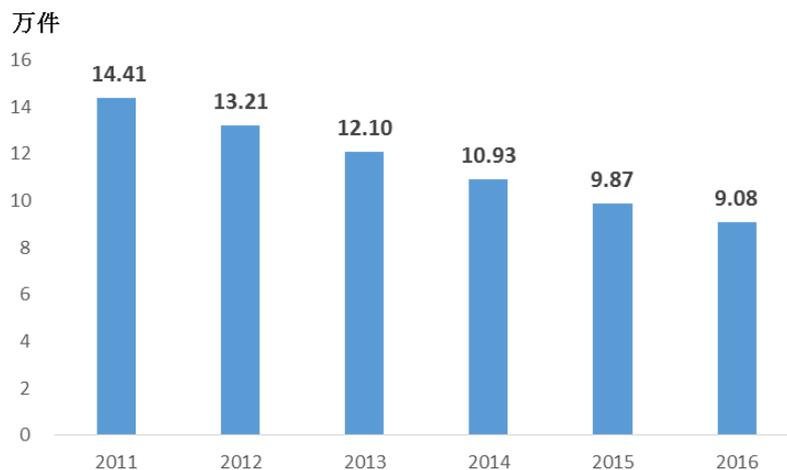
第2節 自転車事故件数の推移と事故減少への取り組み

第1項 自転車事故件数の推移

自転車事故は2種類に分けられる。第1当事者は交通事故に関与した車両等の運転者又は歩行者のうち、事故における過失の重いもの指し、第2当事者は過失の軽いものを指す。

図1は日本全国自転車事故発生件数を示している。交通事故数は減少傾向にあり、2011年の14.41万件から2016年には9.08万件へと減少した。

図1 自転車事故発生件数(1当及び2当²)の推移

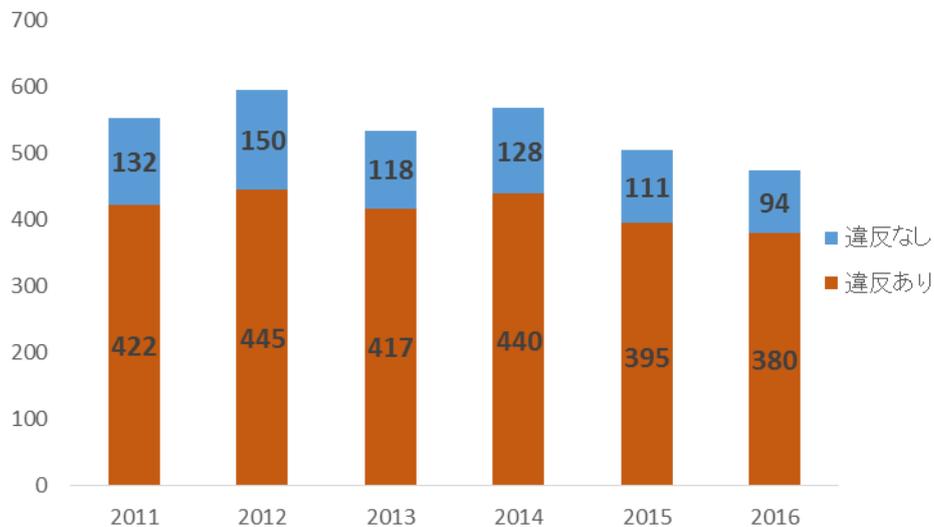


出典) 警視庁(2017)より筆者作成

自転車事故は様々な要因によって発生している。警視庁の交通事故統計によると自転車事故の多くは交差点で出会い頭衝突や右折時左折時に発生していることが分かる。これは自転車運転手のスピードの出しすぎや不十分な安全確認が原因である。また図2は自転車乗用中死者の法令状況の推移である。自転車は自動車に比べスピードが遅くまた車体も軽いことから事故がおこった際に運転手は軽傷で済む場合が多い。しかしながら運転手が命を落とすような重大な自転車事故をみると法令違反をしていた人の割合は約80%を占めている。これより交通ルールを無視した危険運転は命にかかわる重大な事故を引き起こす大きな要因になっていることがわかる。

² 自転車事故第1当事者及び第2当事者

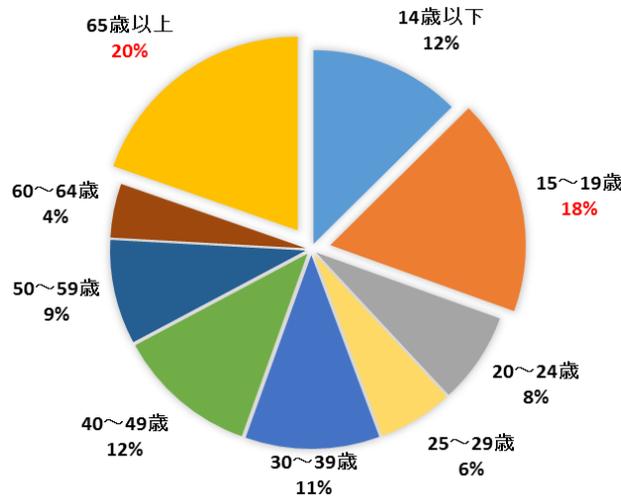
図 2 自転車乗用中死者の法令状況の推移



出典) 警視庁(2017)より筆者作成

また図 3 は自転車事故の第 1 当事者死亡者数を年齢別に表したグラフである。自転車事故の加害者として高校生の割合が 18%と高齢者の割合が 20%と全体の約 4 割をしめていることが分かる。高校生は通学において自転車を利用する人が多く、利用頻度も高い。さらに 2016 年 4 月 13 日の毎日新聞の報道はスマートフォンなどを使用しながら自転車を運転したことで起こった自転車事故数は過去 5 年間で 800 件を超えたことが警視庁のまとめより明らかになったとしており、自転車運転時の危険行為が問題視されている。危険運転は交通事故を招く原因にもなるため国土交通省や警視庁を中心に規制及び改善を進めているが取り締まりの難しさなど課題も残している。

図3 年齢別・自転車事故第一当事者死亡者数



出典) 警視庁(2018)より筆者作成

第2項 自転車事故減少のための取り組み

本項では、国内で取り組まれてきた自転車事故減少を目的とした具体的な施策を紹介する。自転車の利用環境は法律面と道路整備の両面での整備が進んでいる。

①道路交通法の改正

道路交通法は自動車に限らず自転車についても詳細な規則が決められている。その規則は自転車の左側車道通行、幼児に対するヘルメット着用努力義務や夜間走行時のライト点灯の義務など多岐にわたる。加えて国土交通省は更なる安全対策のため2013年から2015年にかけて毎年改正をおこなった。中でも2015年の改正は自転車の酒気帯び運転や一時不停止などの14の危険運転に対し明確なルールが設けられた点で大きな改正といえる。3年以内に危険運転を2回摘発された場合、警察本部や免許センターで3時間の講習参加を義務付け、参加しなかった場合には5万円以下の罰金が課された。

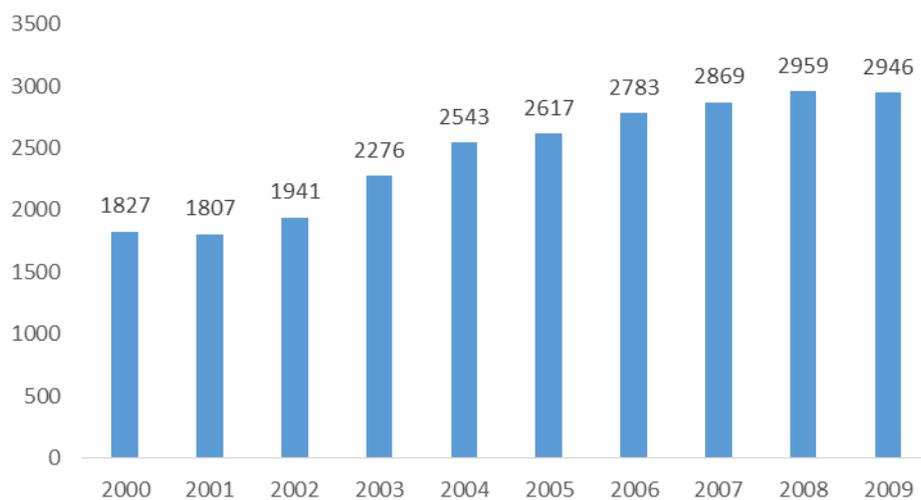
②自転車通行環境整備モデル地区の設置

国土交通省と警視庁は2008年に全国98か所に自転車通行環境整備のモデル地区の指定をおこなった。現在日本の国道では97%が歩行者と自転車が混在する自転車歩行者道となっており自転車の走行空間はわずか3%となっている。この地区では自転車道または自転車専用レーンが設置することに加え交通事故の対策などの課題に対し重点的に支援が行われる。自転車先進国として名高いデンマークの首都コペンハーゲンではほぼ全ての主要道路で自転車専用レーンが設けられている。また自転車専用の高速道路も設置されており、総延長300kmにまで進める計画が進んでいる。日本も自転車このモデル地区を通じて世界に引けを取らない自転車先進国の形成に向けて整備を進めている。

第3節 自転車事故における新たな問題の発生

自転車全体の事故件数は年々減少傾向にあるが、その一方で自転車の対歩行者事故は2000年の1827件から2009年の2946件と約1.5倍も増加している。対歩行者事故では被害者である歩行者が重傷になる事例も発生している。具体的には2017年にスマートフォンと飲み物を持ちながら電動アシスト自転車を運転し歩行者に衝突し死亡させた元大学生に懲役2年の実刑判決が下された事例があげられる。対歩行者事故では、相手側が歩道や路側帯などの「保護される場所」などを歩行していた場合は自転車側の責任を100%とするなど、たとえ歩行者側に過失があったとしても、それを軽くするような判例が出ており自転車の過失が大きくなる。

図4 自転車対歩行者事故件数



出典) 警視庁(2016)より筆者作成

また、対歩行者事故の増加に伴い、高額な賠償金が課される事件も増加している。2014年には兵庫県で自転車に乗った小学生が帰宅途中に歩行中の女性と正面衝突し、小学生の保護者であった母親に対し賠償金9,521万円が課され母親が自己破産に追い込まれる事態となった。

第4節 自転車保険

第1項 自転車保険の概要

自転車事故による被害者の救済や加害者の経済的負担の軽減を狙いとして自転車保険が普及している。自転車保険とは自転車乗用中に事故を起こしてしまった際の自分や相手のけがに対する治療費や財産に対する補償を行うための保険で、民間の保険会社や交通安全協会を通して加入することができる。

表5は自転車保険の種類を示している。自転車保険には補償対象などによって主に3つの種類に分けられる。1つ目は個人賠償責任保険であり、これは各損害保険会社が取り扱

う商品で、他人にけがをさせ損害賠償金や弁護士費用などを負担した場合の損害を補償するものである。2 つ目に傷害保険であり、これは個人賠償責任保険と同様各損害保険会社を取り扱う商品で自分がけがをした場合の治療費を補償するものである。3 つ目は TS マーク付帯保険であり、これは自転車整備店で自転車を購入したときあるいは点検整備を受け、基準に合格した自転車に貼付される TS マークの保険のことで、自分がけがした場合と相手にけがをさせた場合両方の賠償責任保険がセットになっており、自転車自体につけられる保険のため誰が乗っても補償が適用されるが補償期間が 1 年であり、また支払われる保険金に限度額がある。加えて保険加入者は年間平均約 3000 円～4000 円の保険料を支払う必要がある。

表 5 自転車保険の種類

対象	事故の相手		自分
	生命・からだ	財産	生命・からだ
保険の種類	生命・からだ	財産	生命・からだ
個人賠償責任保険	○	○	✕
傷害保険	✕	✕	○
TSマーク付帯保険	○	✕	○

出典) 自転車保険の教科書(2018)より筆者作成

第 2 項 自治体で広がる自転車保険の義務化

近年都道府県や市区町村などの各自治体が条例として住民に自転車保険の加入を義務付ける流れが加速している。都道府県単位で見ると 2015 年の兵庫県を皮切りに、2016 年に滋賀県と大阪府、2017 年に鹿児島県、そして今年 2018 年には埼玉県と京都府が加入を義務付けた。また東京都や千葉県を初めとする 9 都県が保険加入を努力義務と定めている。現段階では義務と努力義務を課しているいずれの自治体も罰則は設けていない。

加えて自転車保険の現状をより理解するため自転車保険に対して全国で最も早く義務化を行った兵庫県と現在規則を設けていない県のうち回答を頂けた静岡県に 2018 年 10 月 23 日電話によるヒヤリング調査を行った。

①兵庫県(2015 年義務化)

企画県民部県民生活局交通安全室からの回答を得た。兵庫県が自転車保険を義務化した背景について伺ったところ、3 つの要因があった。1 つ目は自転車対歩行者事故が全国平均を上回り 10 年間で 1.9 倍に増加していたことであった。2 つ目は兵庫県内で 2014 年に子供が自転車で高齢者をはねてしまい保護者である母親に 1 億円近い賠償金が課される事例が発生したこと、3 つ目は保険の県内の保険加入率が 24%とかなり低かったことである。

加入を義務化した後住民に加入を促すために行った施策については、自転車単体が対象となる自転車保険の作成を交通安全協会に依頼したことがあげられた。これまで自転車に対する保険は自動車保険や火災保険などの特約という形でしか存在しておらず加入の金銭

的負担が大きく、また高齢者や子供が年齢制限で加入することができなかった。これらの問題を解決するため自転車単体が対象となる自転車保険を作成することで誰でも気軽に自転車保険に加入することができる環境を整えることができた。また加入義務化に対する周知のためのチームを作成し学校や商工会議所を通じて住民に加入の重要性を訴えたことも大きな施策の1つである。そして施策の結果、加入率は24%から67%にまで上昇した。この結果から自転車保険の義務化は罰則が無くとも自転車保険の加入率の上昇に貢献するということが確認された。

②静岡県(現在規則なし)

議員事務局からの回答を得た。義務化を行う予定の有無について伺ったところ来年度より県内全域で義務化を行う予定である。義務化に踏み切った経緯については1つ目に静岡県は自転車の利用者が多くまた中高生を中心に自転車の交通事故件数も多かったこと、2つ目に伊豆が2020年東京オリンピックでのサイクル競技の開催地となり住民が自転車に関する施策に積極的になっていることがあげられる。さらになぜ静岡県では努力義務では効果が現れないとして努力義務ではなく義務化に踏み切った。

ヒヤリング調査を行った2県ではどちらも各県の固有の背景を考慮して自転車保険の義務化がなされており、自転車保険が自転車の利用環境整備において重要視されていることが分かった。

第5節 保険義務化のデメリット

安心・安全な自転車環境を整備するためにとっても有効に見える自転車保険の義務化だが、この施策を行うことで生じる可能性のあるデメリットも存在する。本項では生じる可能性のあるデメリットについて詳しく説明する。

第1項 モラルハザードの発生

第一にモラルハザードの発生があげられる。モラルハザードとは元来保険業界の専門用語で保険など危険対策の手段や仕組みを整備することで人の注意力が散漫になりかえって事故の発生確率が上がることを指す。モラルハザードは自動車保険において実際に観察されている現象で、自動車保険に加入し補償が約束されていることで気が緩み乱暴な運転を行ってしまうことが報告されている。自転車保険の義務化も同じような影響を与える可能性があると考えられる。

第2項 利用者の減少

第二に利用者の減少があげられ、利用促進のための施策がかえって利用者自体を減少させることもある。具体的にはオーストラリアで自転車に乗る際のヘルメット着用を義務付けたことで自転車の利用者が30%減少した事例があげられる。

「Mandatory bicycle helmet law in Western Australia」というオーストラリアで書かれた医学論文によると、西オーストラリア州では頭部損傷による自転車事故死亡者の増加が問題視されていた。自転車利用者を事故による頭部損傷から守るため西オーストラリア

州はヘルメットの着用を義務づけた。その結果、規制の厳しさから事故による入院患者数はほとんど変化しなかった一方で利用者が少なくとも 30%以上減少した。これは自転車環境整備のための施策がかえって悪影響を及ぼしているといえる。

自転車保険の義務化においても規制の厳しさや保険料などの金銭的負担から利用者を減少させてしまう可能性があると考えられる。

第 2 章 問題意識

本稿では、モラルハザードや自転車利用者の減少など、保険義務化によって生じるマイナスの影響を定量的に明らかにし、保険義務化が本当に自転車利用者にとって有益な政策であるのかを検討することを目的とする。

前章で論じた通り、近年日本では自転車への注目が集まっており、データで見ても、現在日本の自転車保有台数は 1970 年から約 2.6 倍にも増加しており、世界規模で考えても自転車分担率は世界第 3 位に位置している。つまり、日本における自転車利用の重要性は極めて高いと言える。こうした背景を踏まえ、近年の日本では、兵庫県をはじめ、一部自治体で自転車保険の加入義務化を進める動きが強まっている。こうした動きは一見、自転車利用者にとって有益である。具体的なメリットとしては、自転車事故発生時に、加害者に対して多額の賠償金が課せられた際、その負担を軽減させる点や、賠償金による自己破産のリスクを軽減させる点が挙げられる。以上のように、保険義務化はプラスの面が強調されている。

しかし、実際にこのまま加入の義務化を進めていくべきなのか、について疑問を抱く。保険加入義務化が、危機意識の低下からかえって交通事故率を増加させたり、自転車利用を阻害したりする要因となっている可能性を考慮すべきである。そこで本稿では、保険加入による負の側面を実証分析により明らかにする。

第 3 章 先行研究

本章では、実証分析を行うにあたって参考にした論文を紹介する。第 1 節では、本稿のテーマに関する研究を 2 本、第 2 節では分析手法について参考にした研究 2 本を掲載する。

第 1 節 本稿のテーマに関する研究

第 1 項 自転車事故

交通事故要因を分析している研究は多く存在している。渡部・中村(2015)は一例であり、交通事故削減に向けて、事故発生と道路交通や社会環境条件との関係について負の二項回帰分析を用いて定量的に明らかにした。この研究は、サンプル範囲を愛知県内で発生した

人身事故に限定してはいるが、道路交通センサスや DRM データ、国土数値情報ダウンロードデータを用いて詳細に要因分析を行っている。以上の研究より、交通事故発生には、環境的な要因が寄与していると言える。

交通事故要因の研究のうち、特に自転車事故に着目している定量的な研究は少ない。鈴木ら(2013)は、自転車事故の多い東京都大田区のデータを用いて自転車事故分析を行っているが、定性的な結論に落ち着いている。同じく定性的な研究として、神田(2010)は自転車運転中の携帯電話使用に着目して、松丸ら(2001)は自転車走行環境を自転車運転者の主観的評価と街路整備状況に着目して研究しているが、どちらも定性的であるため、本稿とは異なる。

以上の研究のように、自転車事故について実証分析を行っている研究は少なく、本稿の新規性は十分にあると言える。

第2項 モラルハザード

本稿のリサーチクエスチョンとなっている保険義務化のモラルハザードに関する研究では、Cohen and Dehejia(2003)が代表的である。研究の背景としては、アメリカでは毎年2,500億ドルを越える、高額な自動車事故損害保険費用が支払われている一方で、安全運転への意識には保険加入の有無が影響を及ぼしているのではないかという問題意識がある。そこで、彼らはアメリカのいくつかの州が導入している自動車保険の強制化政策に着目し、保険義務化の政策がモラルハザードを引き起こしているという仮説を実証分析により検証している。分析に関して、アメリカ50州及びコロンビアの特別区のパネルデータを用いて、最小二乗法により影響の推定を行っている。その結果、保険の義務化によって保険に入っていない自動車運転者は大幅に減ると結論づけている。一方、保険に入っている運転者が増えると、交通事故死亡者数は増えることが明らかとなり、自動車保険義務化によるモラルハザードが発生しているということが明らかになった。しかし、アメリカにおける強制付保の自動車保険は責任保険と第1当事者保険を組み合わせたものであるため、純粋に責任保険によるモラルハザードを分析した研究にはなっていないという点で改善の余地は残されている。

この研究と本稿の関連性は、自動車運転者に対し保険加入を義務化するとモラルハザードが生じることが明らかとなっている点である。Cohen and Dehejia(2003)が研究対象とした、アメリカ州の一部で行われている自動車保険の強制化政策と、日本で一部自治体が行っている自転車保険加入義務化には共通する要素があると考えられる。つまり、自転車保険義務化においても同じくモラルハザードが生じている可能性があり、本稿によって明らかにする。

また、Cohen and Dehejia(2003)の研究を参考に、日本における自動車保険のモラルハザードと逆選択について分析したのが Saito(2006)である。この研究では、自動車運転者が保険を選択する際に着目し、日本の自動車保険では逆選択やモラルハザードは観測されないと結論づけている。この研究は保険のモラルハザードに着目した点で本稿と関連があるように見えるが、事故抑制の観点を含んでいないため、本稿とは研究の目的が本質的に異なっている。

第2節 分析手法に関する研究

第1項 操作変数法

本稿の実証分析 1 については、内生性の考慮が必要となっている。そのため、川口 (2008) の操作変数法の利用を参考にした。川口 (2008) は、労働政策の効果の推定に用いるパラメトリックな手法について研究している。そのうち、説明変数の動きのうち外生的な要因によって変動している部分だけを使って、説明変数から被説明変数への因果関係を推定する方法として、操作変数法を紹介している。まず、Angrist (1990) の、従軍経験が除隊後の労働所得に与える影響を推定した例を挙げている。被説明変数に除隊 10 年後の年間所得、説明変数に従軍経験の有無、年齢や人種などの賃金決定要因を含む推定式を設定している。しかし、ここで問題となる従軍経験の有無に関する内生性について、ある個人が従軍するかどうかは無作為割り当てで決まっているわけではなく、民間での給与が低いものや就業機会が限られているものが志願して従軍していることが多いからであると指摘している。こうした潜在的なバイアスに厳密に対応するために、操作変数法を紹介している。

本稿では、この操作変数法を実証分析 1 において参考にしており、実証分析 1 においては、自転車保険を義務化することによるモラルハザードを検証する。しかしこの時、自転車第 1 当事者事故件数が多い都道府県で、保険義務化が進んでいるという逆の因果性が生じているため、操作変数法を採択した。

第2項 DD 分析

本稿の実証研究 1、2 では、険義務化による影響をそれぞれ測定しているが、保険義務化を行っている主体が 1、それ以外は 0 をとるようなダミー変数を設定しただけでは、年度による効果の差や保険の義務化を行った自治体とそうでない自治体の差を考慮することができず、正確な効果測定とは言えない。

したがって、斉藤 (2004) で車検制度の効果測定を行った際に用いた手法である DD (Difference-in-differences) 分析を用いた分析を行った。斉藤 (2004) では、アウトカムの分布ができるだけ類似したグループで DD 分析を行う方が望ましいことから、トリートメントグループとして軽乗用車、コントロールグループとして自家普通乗用車、自家用普通貨物車、自家用小型貨物車の 3 つの車種を用いて分析を行った。被説明変数には、自動車一台当たりの人身事故率を、説明変数には年度ごとのダミー変数、料率差別が導入されていれば 1、そうでなければ 0 をとるダミー変数、そしてこれらの交差項、人口密度や県民一人当たり所得などのコントロール変数を用いており、交差項の係数が平均処置効果を表すため、その値で効果を測定することになる。分析結果は、仮説と反して正に有意となり、車検制度がかえって事故を引き起こしやすくなったことを示唆する結果となった。この結果を受けて、モデル式の内生性による問題が課題であると指摘しており、本論文では、この点を考慮するために、実証分析 1、2 において、内生性を考慮した分析も同時に行った。

第3項 AIDS モデル

本稿の実証分析 2 では、保険の義務化が自転車の需要にどのような影響を与えるかに関する分析を行う。需要関数の推定は、被説明変数に需要量、説明変数に価格を含んだモデル式が用いられるが、交通手段の選択には、代替財の存在が大きく影響すると考えられる。したがって、保険の義務化以外の自転車需要に関する要因をコントロールするために、代替財の価格を説明変数に加える必要がある。しかし、自転車で通勤・通学をしている場合、バスや自動車、タクシーなどの代替財と組み合わせて用いられることは考えにくい。例えば、これまでバスで通勤・通学をしていたが、運動不足解消のために自転車で通勤・通学をするようになった場合、それまでバス代として支出していた金額分が自転車への支出に当てられることになり、相互に関係していると考えられる。そのため、この相互関係を考慮するために以下の先行研究を参照した。

小池(2011)は、乗合バスの需要量と乗合バス・鉄道・自家用乗用車、タクシーとの間の自己価格、交差価格、消費支出の各種弾力性の推定にあたり、AIDS モデルを採用している。このモデルは、Deaton, A. S and J. Maue llbaue(1980)によって開発されたモデルであり、さまざまな分野の論文で財の消費行動分析に用いられている。AIDS モデルを用いることによって、余分な非線形パラメータ推定を回避することができ、消費者の行動理論を反映した理論性と推定技術上の利便性を兼ね備えた整合性の高い結果を導くことが可能である。全国レベル、地域レベルそれぞれについて分析を行っており、被説明変数に各交通機関の需要を表す指標として、乗合バス、乗合タクシー、鉄道については輸送人キロ、普通乗用車については1 kmあたりガソリン消費量を用いている。また、価格を表す変数として、全国のデータでは消費者物価指数を、地域別のデータについては、乗合バスが最低運賃、乗合タクシーでは初乗運賃と初乗距離、加算運賃と加算距離を、普通乗用車ではガソリン代を用いている。AIDS モデルを用いて分析を行った結果、全国レベルでは、消費支出弾力性が乗合バス、鉄道(JR)、タクシーの値が非弾力的であることから必需財、自家用乗用車は弾力的な値を示し、奢侈財であることが分かった。地域レベルの分析では、各地域によって各交通機の財としての性質が異なるため、その地域に適した政策を講じる必要があると言える。

以上のように、AIDS モデルでは、代替財との相互関係を考慮することができ、保険の義務化が自転車需要に与える影響以外の要因をコントロール可能である点において、実証研究 2 のモデルとして最適である。したがって、小池(2011)のモデル式に倣い、被説明変数を自転車の購入台数、説明変数には自転車の代替財となり得る、バス、タクシーの運賃、自動車の需要を反映したガソリン価格を用いて、自転車需要に関する分析を行った。

第3節 本稿の位置づけ

第1節、第2節で紹介したように、多くは交通事故について定性的な研究を行っており、実証分析を行っている論文は少ない。さらに、自転車事故について着目した定量的な論文はほとんど見られないため、本稿の新規性は十分にあると言える。さらに、自転車利用促進が期待され、保険義務化の流れが強まっている傾向がある近年では、自転車事故に対する政策提言を行う本稿の重要性は高い。

第4章 モデル

第1節 自転車保険の義務化による 自転車事故増加の検証

第1項 分析の概要とモデル

本節は自転車保険を義務化することによる自転車事故増加の検証を行う。保険の義務化が自転車事故件数や死亡件数を増やしているのかどうか検証することが目的である。

自転車保険の義務化という政策の因果関係を検証するため、DD分析を行った。モデル式は以下の通りである。

$$Y_{i,t} = a + bTRE_{i,t} \cdot AFTER_{i,t} + cTRE_{i,t} + dAFTER_{i,t} + eX_{i,t} + F_{i,t} + u_{i,t} \quad i = 1 \sim 6$$

山本(2015)より、 $Y_{i,t}$ はアウトカム指標、 $TRE_{i,t}$ は政策の大きさを計測したい分析対象であるトリートメントグループに1、トリートメントグループの比較対象であるコントロールグループに0をとるダミー変数、 $AFTER_{i,t}$ は政策実施後に1、実施前に0をとるダミー変数、 $X_{i,t}$ はコントロール変数、 $F_{i,t}$ は固有効果である。 $TRE_{i,t}$ と $AFTER_{i,t}$ の交差項をとることでグループの差と時点の差の両方によるアウトカムの差を捉えており、これが本分析の保険の義務化にあたる。また、 $AFTER_{i,t}$ に関して、保険の義務化は各都道府県によって施行された年が異なり、2時点間で生じる差をコントロールできないため、年ダミーを用いることで考慮した。

被説明変数である $Y_{i,t}$ は自転車第1当事者事故件数、自転車第2当事者事故件数、自転車第1当事者死亡事故件数、自転車第2当事者死亡事故件数を示す。説明変数である $X_{i,t}$ には自転車保有台数、自転車通行環境整備モデル地区数、歩道設置道路実延長、保険義務化ダミー、道路交通法改正ダミー、スマートフォン保有率と高校生割合との交差項とした。交差項とした理由は高校生が事故を起こす要因として自転車を運転しながらスマートフォンを操作し前方不注意になり事故を起こしやすくなると考えたためである。

また、前述の保険義務化のヒヤリング結果より、兵庫県は自転車対歩行者事故が増えたことで自転車保険の義務化を行ったため、本分析の自転車第1当事者事故件数と保険の義務化に逆の因果性がある可能性があり、内生性バイアスが生じていると考えられる。そこで内生性バイアスを考慮するため操作変数法を用いた。モデル式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} X_{i,t} &= \alpha + \beta_1 Z_{i,t} + e_{i,t} & \rightarrow X_{i,t} &= \alpha + \beta \hat{X} \\ Y_{i,t} &= a + b\hat{X}_{i,t} + u_{i,t} & & i = 1 \sim 6 \end{aligned}$$

山本(2015)より、操作変数を用いた推定方法ではまず、内生変数を被説明変数、操作変数を説明変数とする式を最小二乗法によって推定し、 $X_{i,t}$ の予測値 \hat{X} を求める。この予測値を、 $X_{i,t}$ の代わりに説明変数として加え、本来の式を推定する。よって、パラメータ b は逆の因果性の影響を受けず、一致性のある推定量となる。

被説明変数である $Y_{i,t}$ は自転車第1当事者事故件数、自転車第2当事者事故件数、自転車第1当事者死亡事故件数、自転車第2当事者死亡事故件数を示す。説明変数である $X_{i,t}$ には自転車保有台数、自転車通行環境整備モデル地区数、歩道設置道路実延長、保険義務化ダミー、道路交通法改正ダミー、スマートフォン保有率と高校生割合との交差項とした。 $Z_{i,t}$ である操作変数は電動アシスト自転車第1事故件数とした。電動アシスト自転車の事故件数が多い都道府県では多額な損害賠償請求を伴い被害者に請求額が支払われない事例があり、都道府県としてはこのような事例に対する対策として自転車保険の義務化を進める可能性がある。また、被説明変数である自転車第1当事者事故件数には電動アシスト自転車を除く自転車のデータであるため、電動アシスト自転車第1当事者事故件数は影響しないと考えられる。また、後述するが検定によっても妥当な操作変数となったため、電動アシスト自転車第1当事者事故件数は操作変数として妥当といえる。

第2項 データの出典と仮説

分析に用いたデータは、2013年～2017年の5年分の都道府県別パネルデータである。データの詳細は以下の通りである。保険義務化ダミーとは事故の相手の損害を補償する個人賠償責任保険の加入を義務化している県では1を、義務化をしていない県では0をとるダミー変数である。自転車保有台数は自転車産業振興協会『自転車統計要覧』より2年毎に公表されているデータを線形補間することで5年分のデータを推計した。道路交通法ダミーとは2015年での改正に着目し、2015年以降では1を、2015年以前では0をとるダミー変数である。歩道設置道路実延長とは国土交通省「道路交通年報 2017 凡例」によると「実延長とは総延長から重用延長、未供用延長及び渡船延長を除いた延長である。」とあることから、全道路の距離から国道路線が重複している道路や道路法により認定されたが供用が始まっていない道路、そして海や河川の渡船施設を除く歩道が設置された道路の総距離を示す。

また、各説明変数の被説明変数への仮説は以下の通りである。保険の義務化によってモラルハザードが発生し保険に入っていることへの安心感から自転車の運転手は運転が荒くなり事故を起こしやすくなると考えられるため、保険の義務化は事故件数を増加させると考えられる。自転車保有台数が多い県ほど自転車を利用し、事故に遭遇する確率が高まると考えられるため自転車保有台数は自転車事故件数を増加させると考えられる。自転車通行環境整備モデル地区数が多い県では道路が整備され自転車が運転しやすく歩行者や自動車と衝突する危険性も低くなると考えられるため、自転車通行環境整備モデル地区数は事故件数を減らすと考えられる。スマートフォンを持っている高校生が多い県では自転車を乗りながらスマートフォンを使用し、運転が荒くなり事故を起こしやすくなるため、スマートフォン保有率と高校生割合の交差項は事故件数を増加させると考えられる。道路交通法の改正によって危険な運転への取り締まりが強化され、危険な運転が減ると考えられるため、道路交通法の改正は事故件数を減少させると考えられる。歩道を設置した道路の総距離が長いほど、歩行者は歩道を歩き自転車は車道を走ると考えられ歩行者を轢く可能性は低いと考えられるため、歩道設置道路実延長は事故件数を減少させると考えられる。

表6に各変数の基礎統計量を、表7に出典と仮説をまとめた。第1当事者の事故件数より第2当事者の事故件数の方が約5倍多いことから、自転車の事故は自転車の過失が少ない事故、つまり歩行者を轢く事故より車やバイクにひかれる事故の方が多くなることわかれる。

また、保険義務化ダミーの平均値が 0.04 ととても低いことから、未だ保険の義務化は各都道府県で進んでいないということが読み取れる。

表 6 基礎統計量

変数名	サンプル数	平均	標準誤差	最大値	最小値
自転車第1当事者事故件数(件)	235	348	575	2806	4
自転車第2当事者事故件数(件)	235	1850	2667	13944	108
自転車第1当事者死亡事故件数(件)	235	5	5	28	0
自転車第2当事者死亡事故件数(件)	235	6	6	30	0
保険義務化ダミー	235	0.04	0.19	1	0
自転車保有台数(台)	235	1517	1679	8573	279
歩道設置道路実延長(km)	235	3264	2662	19030	987
スマートフォン保有率(%)	235	66.31	7.53	81.70	44.50
高校生割合(%)	235	2.67	0.17	3.31	2.22
道路交通法改正ダミー	235	0.60	0.49	1	0
自転車走行環境整備モデル地区数(個)	235	2.00	1.01	5	1
電動アシスト自転車第1当事者事故件数(件)	235	5.64	12.16	101	0

表 7 データの出典と仮説

変数名	出典	仮説
自転車第1当事者事故件数	警察庁交通局「交通事故統計年報」	-
自転車第2当事者事故件数	同上	-
自転車第1当事者死亡事故件数	同上	-
自転車第2当事者死亡事故件数	同上	-
保険義務化ダミー	au損保HP	正
自転車保有台数	自転車産業振興協会「自転車統計要覧」	正
歩道設置道路実延長	国土交通省「道路統計年報」	負
高校生割合×スマートフォン保有率	日経NEEDS/総務省「通信利用動向調査」	正
道路交通法改正ダミー	全日本交通安全協会HP	負
自転車走行環境整備モデル地区数	国土交通省HP	負
電動アシスト自転車第1事故件数	警察庁交通局「交通事故統計年報」	-

多重共線性が懸念されるため、各変数同士の相関係数を調べた。結果は表 8 通りである。相関係数より値が大きいものがいくつか見受けられたため、VIF 検定も行った。結果として、値は低いと判断できたので多重共線性の可能性は低いといえる。

表 8 相関係数

変数名	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
①自転車第1当事者事故件数	1.00											
②自転車第2当事者事故件数	0.84	1.00										
③自転車第1当事者死亡事故件数	0.80	0.71	1.00									
④自転車第2当事者死亡事故件数	0.64	0.81	0.60	1.00								
⑤保険義務化ダミー	0.26	0.21	0.20	0.13	1.00							
⑥トリートメントグループダミー	0.41	0.40	0.38	0.36	0.58	1.00						
⑦自転車保有台数	0.85	0.94	0.70	0.77	0.21	0.34	1.00					
⑧歩道設置道路実延長	0.22	0.26	0.18	0.34	0.03	0.06	0.41	1.00				
⑨高校生割合×スマートフォン保有率	0.06	0.03	0.13	-0.06	0.14	0.08	0.03	-0.17	1.00			
⑩道路交通法改正ダミー	-0.07	-0.07	0.03	-0.12	0.16	0.00	0.00	0.01	0.56	1.00		
⑪自転車走行環境整備モデル地区数	0.11	0.17	0.16	0.29	0.09	0.20	0.19	0.39	0.00	0.00	1.00	
⑫電動アシスト自転車第1事故件数	0.74	0.47	0.52	0.27	0.41	0.35	0.55	0.09	0.08	0.08	-0.03	1.00

第 3 項 分析結果及び考察

表 9 は DD 分析を行った結果を示している。自転車第 1 当事者事故件数は有意ではないが符号は正となった。よって、モラルハザードが起こっていないという結果となった。また、自転車第 2 当事者事故件数、自転車第 1 当事者死亡事故件数、自転車第 2 当事者死亡事故件数はどれも仮説に反して符号は負になった。特に第 2 当事者死亡事故件数は有意となった。保険を義務化したことで自転車運転手は運転に対して意識が高まり、特に車やバイクなど自転車よりも車体が大きい車両と接触し生死にかかわる重大な事故が起きてしまうことに対して、意識が強くなり安全に運転するようになる可能性がある。また、年ダミーに着目すると、年代があがるごとにつれ負に有意になり、係数も大きくなっていくことから、最近になって自転車事故を抑制する施策が多くなり、効果が出てきたと考察することができる。その他コントロール変数に関しては、仮説通り自転車保有台数は正に、歩道設置道路実延長は負に有意となった。しかし、DD 分析では自転車第 1 当事者事故件数と保険義務化ダミーとの内生性バイアスを十分に考慮できていない可能性があるため、今回の分析では正確な推定結果を表しているとは言えない。

表 9 分析結果 (DD 分析)

被説明変数	自転車第1 当事者事故 件数	自転車第2 当事者事故 件数	自転車第1 当事者死亡 事故件数	自転車第2 当事者死亡 事故件数
保険義務化ダミー	108.3638 [0.88]	-362.237 [-1.07]	-0.9641 [-0.64]	-2.6046 [-1.77]*
トリートメントグループダミー	203.6221 [2.57]**	785.5437 [3.59]***	2.6958 [2.79]***	2.5643 [2.71]***
自転車保有台数	0.2934 [22.46]***	1.54 [42.77]***	0.002 [12.61]***	0.0025 [15.86]***
歩道設置道路実延長	-0.0246 [-2.86]***	-0.1452 [-6.12]***	-0.0002 [-1.81]*	-0.0001 [-0.55]
高校生割合×スマートフォン保有率	142.7819 [1.34]	246.1309 [0.84]	2.072 [1.59]	-0.6944 [-0.55]
自転車走行環境整備モデル地区数	-17.3937 [-0.85]	64.0983 [1.14]	0.1945 [0.78]	0.7846 [3.21]***
2014年ダミー	-42.8245 [-0.72]	-214.2729 [-1.31]	-0.4034 [-0.56]	-0.8864 [-1.25]
2015年ダミー	-116.1215 [-1.77]*	-449.0928 [-2.49]**	0.0454 [0.06]	-0.7585 [-0.97]
2016年ダミー	-149.3892 [-2.29]**	-566.1375 [-3.15]***	-0.3021 [-0.38]	-1.9607 [-2.52]**
2017年ダミー	-153.3704 [-2.16]**	-606.3872 [-3.10]***	-0.7623 [-0.88]	-1.8301 [-2.16]**
定数項	-167.7042 [-0.94]	-279.2134 [-0.56]	-1.9366 [-0.89]	3.0791 [1.44]
修正済み決定係数	0.7544	0.9133	0.5108	0.6423
サンプル数	235	235	235	235

注：* は10%，** は5%，*** は1%水準で有意であることを示す。[]内の値はt値。

表 10 は最小二乗法による推計結果、操作変数法による推計結果を示している。保険義務化ダミーは仮説通り、自転車第 1 事故件数、死亡事故件数には正に有意になった。このことから、自転車保険の義務化を行うと運転手は事故を起こしても保険によって損害を補償されるという安心感により、運転が荒くなり特に危険な運転や歩行者を巻き込んでしまう事故を起こしやすくなる可能性があると考えられる。また、自転車第 2 当事者事故件数、

死亡事故件数は負に有意になったことから、自転車保険は歩行者を轢いてしまった時に損害を補償してくれるが、車やバイクなどに轢かれてしまった場合の補償はないため、その分車やバイクなどの車両には注意をして運転していると考察できる。自転車保有台数はどれも正に有意となり、道路交通法改正ダミーは自転車事故には負に有意となったが、死亡事故は有意とならなかった。軽度の事故への抑止力とはなっているが、生死に関わる重大な事故を抑止できていないと考察できる。歩道設置道路実延長が自転車第 2 当事者事故件数のみ仮説通り負になったのは、歩道が設置されても車道側に走るスペースがなければ自転車は歩道を走る可能性があり、車やバイクと接触する可能性が低くなったからであると考察した。自転車走行環境整備モデル地区数が仮説のように負に有意にならなかったことは、自転車の走行環境が整うことは運転手にとっては走りやすくなるが、歩行者や車、バイクなどの他の車両に対する意識が高まることには繋がらないと考えられ、事故への意識が高まることにはならなかったと考察する。高校生割合とスマートフォン割合の交差項が仮説のように正に有意にならなかったことは、スマートフォン保有率は県全体のデータであり、正確な高校生のスマートフォンの保有率を示しておらず、また保有していても自転車走行中に使用する可能性はかなり低いからであると考察する。

model1 と model2 を比べると結果に大きな差はないが、保険義務化ダミーの係数が大幅に増加していることから操作変数を用いない場合、内生性を有していると言える。また、操作変数の適切性を検定した結果、F 値が 10 以上の値であったため妥当な操作変数であったといえる。よって、操作変数法を用いた分析では内生性バイアスを考慮できているため、DD 分析で推計した結果よりも正しいものであると言える。

表 10 分析結果(操作変数法)

	model1	model2	model3	model4	model5
分析手法	最小二乗法		操作変数法		
被説明変数	自転車第1当事者事故件数		自転車第2 当事者事故 件数	自転車第1 当事者死亡 事故件数	自転車第2 当事者死亡 事故件数
保険義務化ダミー	272.9948 [2.68]***	1800.01 [5.27]***	-1717.7242 [-2.29]**	8.5613 [2.68]***	-9.2266 [-2.86]***
自転車保有台数	0.303 [23.89]***	0.2637 [13.64]***	1.6286 [38.42]***	0.0019 [10.79]***	0.0028 [15.46]***
歩道設置道路実延長	-0.0276 [-3.20]***	-0.018 [-1.48]	-0.1694 [-6.38]***	-0.0002 [-1.64]	-0.0002 [-1.32]
高校生割合×スマートフォン保有率	137.8154 [1.31]	87.611 [0.60]	274.7638 [0.86]	1.658 [1.22]	-0.5791 [-0.42]
法改正ダミー	-127.2529 [-2.69]***	-212.482 [-3.13]***	-352.6072 [-2.37]**	-0.6401 [-1.01]	-0.6738 [-1.05]
自転車走行環境整備モデル地区数	-7.4608 [-0.37]	-30.2297 [-1.06]	132.4481 [2.11]**	0.2186 [0.82]	1.042 [3.87]***
定数項	-184.4281 [-1.04]	-29.1369 [-0.12]	-541.9871 [-0.99]	-1.1555 [-0.50]	1.9867 [0.85]
修正済み決定係数	0.5162	0.7501	0.892	0.4348	0.5604
サンプル数	235	235	235	235	235

注：1) * は10%, ** は5%, *** は1%水準で有意であることを示す。[]内の値はt値。
2) 操作変数には電動アシスト自転車第1当事者事故件数を用いている。

第2節 自転車保険の義務化が 自転車需要に及ぼす影響

次に、政策の負の側面として、利用者減少が考えられる。オーストラリアの例のように、ヘルメット着用の義務化によって自転車の利用が阻害される可能性がある。そこで、二本目の分析として、LA-AIDS モデルを用いて、自転車保険の義務化が自転車購入に及ぼす影響について分析することで、自転車利用の促進を妨げる可能性があるか検証する。

第1項 分析の概要とモデル

AIDS モデルを用いた交通需要の推定を行った論文として、先に触れた小池（2011）、LA-AIDS モデルを用いて日本の家計需要モデルを推定した溝渕ら（2007）を参考に AIDS モデルを以下のように定式化した。

$w_{i,t}$ を t 期の総支出に占める i 財への支出比率とする。すなわち、 X_t を t 期における総支出、 $X_{i,t}$ を t 期における i 財への支出とした時、 $X_t = \sum_{i=1}^M X_{i,t}$ となり、 $w_{i,t} = X_{i,t}/X_t$ と表される。ただし、 M は財の数とする。さらに、 $p_{i,t}$ を t 期における i 財の価格とする。

このとき、Deaton-Muellbauer (1980) によると、AIDS モデルは次のように定式化される。

$$w_{i,t} = \alpha_i + \beta_i \ln \frac{X_t}{P_t} + \sum_{j=1}^M \gamma_{ij} \ln p_{j,t} + u_{i,t}, \quad i = 1, 2, \dots, M \quad (1)$$

$$\ln P_t = \alpha_i + \sum_{j=1}^M \alpha_j \ln p_{j,t} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^M \gamma_{jk} \ln p_{j,t} p_{k,t} \quad (2)$$

ただし、多くの実証分析では、推定の容易さから、 P_t は (2) 式ではなく、以下のような Stone 価格指数が近似的に用いられる。これによって (1) 式が一般的な線形関数として推定することが可能となり、これがいわゆる Linear approximate / Almost Ideal Demand System (LA-AIDS) モデルである。

$$(3) \quad \ln P_t = \alpha_i + \sum_{j=1}^M w_{i,t} \ln p_{i,t}$$

$u_{i,t}$ は誤差項であり、異時点間では無相関であるが、同時点 t の $i \neq j$ について $u_{i,t}$ と $u_{j,t}$ の間には相関があると仮定する。さらに、 $u_{i,t}$ は、 t について、平均 0 かつ均一分散 σ_i^2 を仮定する。

LA-AIDS モデルでは、AIDS モデルと同様、理論上以下の条件を満たす。

- (i) 加法性 : $\sum_{i=1}^M \alpha_i = 1, \sum_{i=1}^M \beta_i = 0, \sum_{i=1}^M \gamma_{ij} = 0$
- (ii) 同時性 : $\sum_{j=1}^M \gamma_{ij} = 0$
- (iii) 対称性 : $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}, \forall i, j (i \neq j)$

以上のような LA-AIDS モデルを参考に定式化を行った。AIDS モデルは、すべての財について需要モデルを推定することが可能であるが、ここでは、自転車の需要にのみ注目する。モデル式は以下のようである。

$$wbic = \alpha_t + \gamma_{1,t} \ln bicp + \gamma_{2,t} \ln busp + \gamma_{3,t} \ln taxip + \gamma_{4,t} \ln gasp + \beta_t \ln \frac{X}{P} + \beta_{1,t} \ln indu + u_{i,t}$$

$wbic$ は全支出のうち自転車への支出が占める割合（支出シェア）を意味する。 $\ln bicp$ は自転車の価格、 $\ln busp$ はバスの運賃、 $\ln taxip$ はタクシーの運賃、 $\ln gasp$ はガソリンの価格、 $\ln \frac{X}{P}$ は全支出/集計価格係数、 $\ln indu$ は保険義務化ダミー、 $u_{i,t}$ は誤差項。注目すべき係数は $\beta_{1,t}$ であり、この符号と有意性によって保険の義務化が自転車への支出シェアに与える影響を推定する。

第2項 データの出典・仮説

本稿では、2013年から2017年の県庁所在地別パネルデータを用いて、自転車保険の義務化による自転車需要への影響を分析する。保険義務化ダミーの係数に注目するため、LA-AIDSモデルを用いた交通機関需要モデルを推定することで、他の要因をコントロールする。価格に関するデータは、小売物価統計調査より、県庁所在地別の自転車、バス、タクシー、ガソリンそれぞれの平均価格を用いた。支出データは、消費動向調査より、1世帯あたりの自転車、バス代、タクシー代、ガソリン代の支出額をそれぞれ用いた。保険の義務化ダミーは前節の実証分析1と同様である。

データの出典と仮説は表11に示されている通りである。自転車価格が高くなれば、支出シェアは減少すると考えられるため、仮説は負である。他の交通機関の財の運賃、価格については、代替財であることから、高くなれば自転車の支出シェアは増えると考えられるため、仮説は正である。保険の義務化によって、自転車保険の費用がかさむことになり、自転車の利用者が減る可能性があるため、保険義務化ダミーの仮説は負である。

小池(2011)では消費物価指数を用いていたが、都道府県、県庁所在地単位のデータが存在しなかったため、小売物価統計調査を利用した。バス運賃は2014年までは6kmまでの運賃を、2015年以降は、データの集計区分が異なっていたため、7kmまでの運賃を用いた。タクシー運賃については、2014年までは初乗運賃、初乗距離、加算運賃、加算距離が掲載されていたが、2015年以降、4kmのデータのみが掲載されていたため、前半の2年間は掲載されたデータをもとに4kmの運賃を算出して用いた。自転車価格は平均価格を、ガソリン価格はレギュラーガソリンのみが掲載されていたため、その価格を用いた。自転車保険義務化ダミーは、au損保ホームページより各年について自転車保険の義務化を行っている自治体を1、そうでない自治体を0として作成した。

表11 データの出典・仮説

変数	出典	仮説
1世帯あたり自転車購入額	総務省消費動向調査	-
1世帯あたりバス代		-
1世帯あたりタクシー代		-
1世帯あたりガソリン代		-
自転車価格	総務省小売物価統計調査	負
バス運賃		正
タクシー運賃		正
ガソリン価格		正
保険義務化ダミー	au損保	負

分析に用いる各変数の基礎統計量は表12で示されている。最小値と最大値を確認すると、外れ値はないことが分かる。標準偏差に着目すると、どの交通手段も支出シェアや価格・運賃に大きな地域差はないが、購入量にはやや地域差があることが分かる。また、自

転車購入量については、一世帯当たりの支出額を平均価格で除することで算出し、1 より小さな値となったため、その自然対数値は負の値となっている。2013 年の自転車支出シェアを見ると、上位 5 府県は愛媛県、鳥取県、京都府、大阪府、栃木県、下位 5 県は長崎県、沖縄県、茨城県、鹿児島県、富山県。2017 年は、上位 5 都府県が、和歌山県、愛知県、京都府、東京都、広島県、下位 5 県は、長崎県、香川県、沖縄県、山形県、青森県であり、年度によって大きな変化はないことが分かる。都市に比べ、鉄道が発達していない地方では、通勤通学に自動車や自転車を利用する割合が多く、自転車への支出割合も多くなると予想していたが、東京都や愛知県、京都府、大阪府が上位に入っていた。

相関係数は、やや相高い値を示した変数が存在したため、最小二乗法を行った後に VIF を測定したところ、10 を大きく下回っていることから、多重共線性の疑いはないと考えられる。

表 12 基礎統計量

変数	サンプル数	平均値	標準誤差	最小値	最大値
自転車支出シェア	235.00	0.04	0.04	0.00	0.31
バス支出シェア	235.00	0.07	0.04	0.01	0.20
タクシー支出シェア	235.00	0.11	0.07	0.02	0.42
ガソリン支出シェア	235.00	0.77	0.12	0.34	0.94
ln 自転車価格	235.00	10.49	0.14	10.01	10.91
ln バス運賃	235.00	5.67	0.27	4.61	6.15
ln タクシー運賃	235.00	7.20	0.11	6.66	7.44
ln ガソリン価格	235.00	4.98	0.08	4.86	5.17
ln (全支出/集計価格指数)	235.00	5.62	0.52	3.79	6.41
保険義務化ダミー	235.00	0.04	0.19	0.00	1.00
トリートメントグループダミー	235.00	0.11	0.31	0.00	1.00
ln (1年前自転車価格)	235.00	10.46	0.15	10.01	10.91
ln (自転車購入量)	235.00	-2.84	0.79	-5.94	-0.65
ln (バス利用回数)	235.00	2.63	0.64	0.86	4.35
ln (タクシー利用回数)	235.00	1.57	0.51	-0.04	2.83
ln (ガソリン購入量)	235.00	5.87	0.42	4.47	6.47

第 3 項 分析結果及び考察

前述した 3 つの制約条件を考慮した LA-AIDS モデルであるが、自転車の購入量が、自転

車の価格に影響する逆の因果性による内生性が疑われるため、自転車価格の一期前のラグを操作変数として用いた Seemingly unrelated regression で分析を行った。一期前の自転車の価格は、当期の自転車と相関があるが、当期の需要量には影響を及ぼさない。小池（2011）によれば、最小二乗推定量(OLSE)が、誤差項間の独立性を仮定し、当該方程式に関連する情報からパラメータを推定するのに対して、SUR 推定量は連立方程式の誤差項の相関を考慮する点において優れていると言える。つまり誤差項に相関が存在する場合には、SUR 推定量は、OLSE よりも統計学的に効率的な推定量を得られることが知られている。また、政策の効果を分析する際に、政策の前後と政策実施の有無を考慮し、政策の純粋な効果を測定することのできる差の差 (Difference-in-differences) 分析がよく用いられるが、保険の義務化を実施し始めた年が主体によって異なるため、政策実施後のダミーを設定できない。このため、各年ダミーを加えることで、各年固有の効果をコントロールした。保険の義務化を行っている自治体をトリートメントグループ、義務化を行っていない自治体をコントロールグループとした。

実証分析②の結果は表 14 に示した。表 13 は操作変数法の 1 段階目の結果を示している。2 段階目の分析結果では、保険義務化ダミーの係数が仮説通り負であったが、統計的な有意性は無かった。このことから、保険義務化は自転車需要に影響を与えていないと考えられる。兵庫県のヒヤリングの結果から、保険を義務化したことで保険加入の重要性を認識し始めた人が多く、保険に対する理解が広がっているからではないかと考えられる。また、自転車価格やガソリン価格の符号が予想に反しているが、自転車価格については、ロードバイクやマウンテンバイクといったより高性能な自転車が普及した影響で、単価が高くなっていると考えられるため、支出シェアも増加しているのではないかと考えられる。ガソリン価格については、価格が下がると、全支出の大部分を占めているために、分母が小さくなることで、自転車購入の支出シェアが増えていると推測される。バス、タクシーの運賃では、符号も予想通り正であり、統計的に有意であったことから、自転車の代替財であることが確認できる。

表 13 推定結果 (1 段階)

被説明変数	OLS			
	ln(自転車価格)	ln(バス運賃)	ln(タクシー運賃)	ln(ガソリン価格)
ln(1年前自転車価格)	0.834 [22.59]***			
ln(1年前バス運)		0.2275 [5.60]***		
ln(1年前タクシー運賃)			0.1019 [6.00]***	
ln(1年前ガソリン価格)				0.4805 [7.00]***
定数項	1.7794 [4.62]***	4.4575 [20.49]***	6.5112 [56.83]***	2.5791 [7.51]***
調整済決定係数	0.6852	0.1148	0.1303	0.1702
サンプル数	235	235	235	235

表 14 推定結果 (2段階)

被説明変数	SUR			
	自転車支出シェア	バス支出シェア	タクシー支出シェア	ガソリン支出シェア
ln(自転車価格)	0.0143 [1.80]*	0.007 [1.18]	0.0192 [1.84]*	0.0048 [0.38]
ln(バス運賃)	0.007 [1.18]	0.0529 [10.42]***	-0.0309 [-3.41]***	0.019 [2.02]**
ln(タクシー運賃)	0.0192 [1.84]*	-0.0309 [-3.41]***	0.1118 [12.78]***	0.0081 [0.67]
ln(ガソリン価格)	0.0048 [0.38]	0.019 [2.02]**	0.0081 [0.67]	-0.2336 [-10.98]***
ln(全支出/集計価格指数)	-0.0452 [-13.65]***	-0.048 [-11.77]***	-0.1083 [-20.28]***	0.2017 [30.82]***
保険義務化ダミー	0.0044 [1.08]			
トリートメントグループダミー	-0.0022 [-0.84]			
年ダミー	yes	yes	yes	yes
定数項	-0.0513 [-1.12]	0.1009 [3.30]***	-0.1369 [-2.49]**	0.5735 [7.27]***
疑似決定係数	0.4969	0.3695	0.6403	0.8713
サンプル数	235	235	235	235

注：1) * は10%, ** は5%, *** は1%水準で有意であることを示す。[]内の値はt値。

第5章 政策提言

4章の分析結果から、保険の義務化はモラルハザードを引き起こす可能性があり、保険の義務化が全国に広まることで、自転車事故の増加が懸念される。しかし、すでに保険の義務化を実施している自治体が存在することから、第1節ではモラルハザード対策に関する政策提言を行う。保険の義務化を実施していない自治体については、兵庫県のヒヤリングの結果から、保険の義務化によって加入率の大幅な増加が観られたことから、保険の義務化を進めた上で、モラルハザードへの対策を実施することを提案する。第1節では、利用者の精神面に対する提言を行ったが、対歩行者事故対策を行うことで、高額賠償を伴う事故自体を減らす取り組みも必要である。そこで、本章第2節では、自転車対歩行者事故を減らすための提言を行う。

第1節 保険の義務化による モラルハザードへの政策提言

第1項 保険加入者のデータ管理と割引サービスの導入

まず、自転車保険の義務化を行っている自治体については、モラルハザードを防ぐ仕組みを導入して行くべきであると考え。モラルハザードを抑制するためには、保険加入による注意力の欠如や、気の緩みに対するアプローチと、保険加入者に事故を起こすことよりも事故を起こさないことの方が得であると認識させる工夫が必要である。

自転車の性質上、自動車とは異なり、違反の取り締まりが困難であるという特徴がある。乱暴な運転を行ったとしても取り締まられる可能性が低い状態では、モラルハザードが起こりやすくなるだろう。兵庫県へのヒヤリングでは自転車保険の義務化によって加入率の上昇が起っていた。したがって自転車保険を義務化しTSマークのように自転車に情報を載せることで、違反に対する取り締まりが容易になるのではないかと考える。具体的には、スマートフォンやタブレット端末で読み込むことのできるQRコードを搭載したマークを作成し、保険加入者にはそのマークを自転車に貼ることを義務づける。違反を起こした際にそのQRコードを警察官が読み込むことで、保険加入者の、これまでの違反状況や事故状況を即座に把握することができる。QRコードは比較的簡単に作成可能であり、デジタル機器やインターネットが十分普及している現在だからこそ、膨大なデータの管理も容易にできるためこの提言の実現可能性は高いと考える。またQRコードによる取り締まりは現在行われておらずこの提言は独自性を有しているといえる。自転車の取り締まりの難しさが解消されれば、違反行為や乱暴な運転が減り、この提言によってモラルハザードを解決できると考える。

しかし、QRコードから得られる情報が、利用者にとって不利なことしかない場合、あえてQRコードを貼らないという保険加入者も出てくるかもしれない。そこで、QRコードから読み取ることのできる情報に応じて、保険料を減額するシステムを同時に導入する。自動車の場合、5年間無事故無違反であるとゴールド免許になり、保険料が割り引かれる。自転車の場合、自動車に比べて事故の規模やリスクが小さいと考えられるため、より短い期間無事故無違反であれば保険料を割り引くことが妥当であると考え。中高生は、自転車を利用する機会が多いが、進学と同時に自転車を利用しなくなる可能性も考慮すると、

自動車と同じ期間である 5 年間では期間が長すぎる。そのため、2 年間無事故無違反であれば保険料を割引する制度を導入し、事故を起こさない方が得であるという状況を作り出すことができる。しかし、この制度を導入したとしても、直接保険料を負担していない中高生には効果がないことが懸念される。そのため、中高生に当事者意識を持ってもらう工夫として、各学校で行われている交通安全教室において、VR 技術を用いたよりリアルな自転車事故体験を提供する。若年層の方が VR 技術に関心が高いことを考えれば、自転車事故に関するビデオを受動的に見るだけのこれまでの交通安全教室では効果が薄い。各自治体と民間の保険会社が連携することによって、実現することが可能であると考えられる。

第 2 項 VR 技術を活用した交通安全教室の実施

しかし、この制度を導入したとしても、直接保険料を負担していない中高生には効果がない可能性があるため、中高生によるモラルハザード対策として、当事者意識を持たせる必要がある。そのため、各学校で行われている交通安全教室において VR 技術を用いたよりリアルな自転車事故を体験できる仕組みを導入することを各自治体に提案する。この提言は、第 1 項の提言では防ぎきれない中高生のモラルハザードを考慮しているため、問題意識と整合的である。今年 3 月、大阪府が、NTT 西日本と大阪府警察が協力して開発した、自転車時事故を疑似体験できる教育コンテンツ「VR 自転車交通安全教室」のトライアルを開始し、8 月には滋賀県で初めて、一般向けに VR を用いた交通安全教室が実施されている。また、自転車、自動車そして第三者目線の 3 つの視点から自転車事故を疑似体験することができるため、自転車が自動車からどのように見えているのかを、自動車を運転したことがない中高生に体感してもらうことができる。交通安全教室の課題であった天候やスペースなどの問題も解消され、場所を選ばず自転車事故を体験することを可能にした。インターネット接続環境とモバイル端末、ヘッドマウントディスプレイなどがあれば運用可能であるため、提供者側の負担を減らすこともでき、各学校や、教習所での導入も十分可能である。

以上の点から、実現可能な提言であり、各学校で活用された例が存在しないことから、新たな取り組みであると言える。年層の方が VR 技術に関心が高いことから、自転車事故の映像を 3 つの視点、特に中高生には経験のない自動車側からの視点を疑似体験することで、中高生の自転車事故に対する認識を変えることができるため、危機意識の低い運転が改善され、その減少が期待される点で解決性を満たしている。

第 2 節 自転車対歩行者事故抑制に関する政策提言

第 1 項 物理的な障害物による歩車分離の徹底

次に、自転車対歩行者事故を抑制するために物理的な障害物による歩車分離の徹底を行う。高額賠償を伴う事故の原因は、自転車対歩行者事故であることから、その抑制を目指すべきであると考えられる。分析①の結果から、歩道が設置されていると、自転車と歩行者の分離がより明確になり、事故を抑制する効果があると考えられる。しかし、歩道の幅が広い場合、自転車が車道を走るの危険という理由から、自転車も通行可能な歩道が存在す

る。よって、歩行者、自転車、車の3つの対象の通行環境の分離の徹底化を提言する。通行環境を分離することで自転車によって歩行者が轢かれる事故が発生する確率は極めて低くなると考えられ、事故減少に寄与でき、高額賠償事故も起こらなくなるのではないかと考えられる。よって、歩行者、自転車、車の走行環境の分離の徹底は問題意識と整合性がある。

歩車分離の成功事例として、自転車大国と呼ばれるオランダがあげられる。オランダでは、歩行者、自転車、自動車の分離が徹底されており、自転車と自動車とが混在してしまう場所では、自転車が優先という標識を立てることで自転車の安全を担保している。また、追い越しが可能なように自転車通行帯の道幅を十分広く設けてあり、歩道に乗り上げて追い越すことはない。しかし、日本における自転車道に関しては、道路上にペイントがあるものの、歩道との明確な差がなく、路肩駐車車両によって、自転車が歩道に侵入する可能性がある。よって、自転車道と歩道との明確な差をつけるために物理的な障害物を設置することで自転車の侵入を防ぎ、自転車と歩行者の分離を徹底すべきである。今まででは、自転車道は標識やペイントによって区別をしていたのみで強制力をもっていなかったため、物理的に歩行者、自転車、車の通行環境を分離するという点で新しい提言である。具体的にはポールやガードレール、縁石があげられる。これらの障害物には費用の懸念点があるが、自治体によっては社会資本整備総合交付金という国からの補助もあるため、費用の面から分離の徹底は実現可能であると言える。

以上のように、歩行者、自転車、車を分離することによって、3者が接触することが少なくなり、事故の発生確率も低くなると考えられる。よって、物理的な障害物による歩車分離の徹底は解決性があると言える。

第2項 道路交通法改正による違反行為の取り締まりの強化

続いて、前節までの提言をより効果的にするため、国が全国民を対象に行うべき政策として、道路交通法改正による違反行為取り締まりの強化を提言する。前章第1節のモラルハザード検証の分析結果(表10参照)より、法改正ダミーは自転車第1当事者事故件数に対して負に有意となっていることが分かる。これより、道路交通法の改正は自転車事故の減少に寄与していると言えるため、本項の提言は、問題意識と整合的である。また、過去の具体的な道路交通法の改正としては、2015年に、指定された違反行為を3年以内に2回摘発されると安全講習への参加を義務づけられ、拒否した場合5万円の罰金が科されるというものがある。

しかし、この法改正による罰則では効果が薄いと考えられる。理由としては、3年以内に2回の摘発という基準の曖昧さかつ、違反者の違反回数の特定は容易ではなく、摘発も難しい。したがって、こうした問題を解決すべく、自転車事故減少要因である道路交通法改正により、罰金の額を下げ、摘発されたその場で適用する。具体的には、1,000円から2,000円程で罰金を低く設定し、摘発された利用者は取り締まりを受けたその時点で支払わなければならないと規定する。これにより、利用者の違反行為を抑制することができると考えられる。自転車事故対策と利用の促進が積極的に進められていることや、自転車に関する法改正が頻繁に行われていることから、十分実現可能である。また、自転車違反行為への直接的な罰金は例がないため、本項の提言は新たな試みであると言える。

以上のような法改正を利用した、利用者の安全意識向上を促すことで、自転車事故の減

少が見込めるという点で解決性を満たしている。

おわりに

本稿では、自転車利用を促す政策が悪影響を及ぼしうるということを問題意識とし、保険の義務化が自転車事故増加及び自転車利用減少を引き起こす可能性に注目し、これまでの自転車事故対策及び利用促進について現状分析を行った。その中で保険の義務化に着目し実証分析を行った。

研究の最後にモラルハザードの抑制と自転車対歩行者事故防止に関する政策を提言した。まず、モラルハザードについては、保険加入者のデータ管理と割引サービスの導入とVR技術を活用した交通安全教室の実施を提言した。自転車対歩行者事故に関しては物理的な障害物による歩車分離の徹底と道路交通法改正による違反行為の取り締まりの強化を提言した。これらによって、利用者の安全を確保するとともに違反行為への意識を高めることができ、安心・安全な自転車先進国に一步近づくことが期待される。

本稿の執筆にあたって、多くの方々にご協力頂いた。ここに感謝の意を表するとともに本研究が我が国の更なる自転車利用促進に寄与し、ご協力頂いた関係者の方々への恩返しとなることを願い、本稿を結ぶこととする。

先行研究・参考文献

主要参考文献：

- ・川口大司(2008)「労働政策評価の計量経済学」『日本労働研究雑誌』, 2008年10月号
- ・神田直弥(2010)「携帯電話の使用が自転車運転時の注視行動におよぼす影響」『東北公益文科大学総合研究論集』, Vol. 19, p. 199-219
- ・小池淳司(2011)「AI Demand System モデルによる交通需要弾力性推定による政策分析」『運輸政策研究』, Vol. 14, p. 2-8
- ・斉藤都美(2004)「自動車検査制度が交通事故率に与える影響について」『日本経済研究』, Vol. 50
- ・鈴木美緒、岡田紫恵奈、屋井鉄雄(2013)「都市部の歩道を有する道路における自転車事故分析」『土木学会論文集 D3(土木計画学)』, Vol. 169, No. 5(土木計画学研究・論文集第30巻)
- ・沈、金虎(1995)「LA/AIDS モデルによる中国都市家計需要分析」『農業経済論集』, 46巻2号1, p. 40-51
- ・橋本紀子(2004)『変わりゆく社会と家計の消費行動-AI 需要システムによる分析-』, 関西大学出版部
- ・松丸未和、大蔵泉、中村文彦、平石浩之(2002)「都心部における自転車の走行環境の評価に関する研究」『土木計画学研究・講演集』, Vol. 26
- ・溝渕健一、谷崎久志(2007)「AI 需要システムによる弾力性の推定について：ブースト

ラップ法の応用」『日本統計学会誌』，シリーズ 37(1), p.161-178

- ・ 山本勲 (2015) 『実証分析のための計量経済学—正しい手法と結果の見方』 中央経済社
- ・ 渡部数樹、中村英樹 (2015) 「道路交通環境に着目した交通事故発生要因に関する統計モデル分析」『土木学会論文集 D3(土木計画学)』，Vol171, No. 5(土木計画学研究・論文集第 32 巻)
- ・ Angrist, J. (1990) “Lifetime Earnings and the Vietnam Era Draft Lottery: Evidence from Social Security Administrative Records”, *American Economic Review*, Vol. 80, No. 3, pp. 313-36
- ・ Cohen, A., R. Dehejia (2003) “The Effect of Automobile Insurance and Accident Liability Laws on Traffic Fatalities”, *The Journal of Law and Economics*, Vol. 47
- ・ Deaton, A., J. Muellbauer (1980) “An Almost Ideal Demand System”, *American Economic Review*
- ・ Kuniyoshi, S. (2006) “Testing For Asymmetric Information in the Automobile Insurance Market Under Rate Regulation”, *Journal of Risk & Insurance*, Vol173, pp. 335-356
- ・ Zellner, A. (1962) , “An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias”, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 57, No. 298 (Jun. 1962), pp. 348-368

参考資料：

- ・ 海外の自転車先進国から学べること (<http://ethicalcycle.jp/about/concept1/>) 最終閲覧日 2018/11/01
- ・ 警視庁 HP (<http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/>) 最終閲覧日 2018/10/27
- ・ 交通事故総合分析センター (www.itarda.or.jp/itardainfomation/) 最終閲覧日 ‘} -」
「 2018/10/30
- ・ 国土交通省 HP (<http://www.mlit.go.jp/>) 最終閲覧日 2018/10/29
- ・ 自転車安全利用促進委員会 HP
(<http://www.jitensha-anzen.com/problem/problem03.html>) 最終閲覧日 2018/10/30
- ・ 自転車産業振興協会 (<http://www.jbpi.or.jp/>) 最終閲覧日 2018/10/30
- ・ 自転車保険の教科書 (<http://hokensc.jp/jitensha/shikumi.html>) 最終閲覧日 2018/10/30
- ・ 日本シェアサイクル教会 (<http://www.gia-jsca.net/>) 最終閲覧日 2018/10/30
- ・ 電動アシスト自転車の事故分析
(https://www.itarda.or.jp/ws/pdf/h22/13_02dendoassist.pdf) 最終閲覧日 2018/10/30
- ・ AU 損保 「自転車保険の加入義務化ってなに？」
(http://www.au-sonpo.co.jp/pc/lp_obligation/) 最終閲覧日 2018/10/30
- ・ Mandatory bicycle helmet law in Western Australia
(<http://www.cycle-helmets.com/>) 最終閲覧日 2018/10/29
- ・ the wall street journal 自転車のヘルメットの義務化はかえって危険？
(<https://jp.wsj.com/articles/SB12576472522368314760904581292320073788858>) 最終閲覧日 2018/10/29

- ・国土交通省 道路交通年報 2017 凡例 最終閲覧日 2018/10/31

http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/2017/pdf/d_hanrei00.pdf

データ出典：

<ウェブサイト>

- ・総務省 「平成 26～30 年家計調査統計年報」 2018 年 10 月 25 日データ取得
(<http://www.stat.go.jp/data/kakei/npsf.html>)
- ・総務省統計局「平成 26～30 年小売物価統計調査」2018 年 10 月 25 日データ取得
(<http://www.stat.go.jp/data/kouri/doukou/9.html>)
- ・日経 NEEDS 2018 年 10 月 24 日データ取得
- ・au 損保 HP 2018 年 10 月 22 日データ取得
(http://www.au-sonpo.co.jp/pc/lp_obligation/)
- ・国土交通省「道路統計年報」 2018 年 10 月 22 日データ取得
(<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/>)

- ・全日本交通安全協会 HP 2018 年 10 月 22 日データ取得
(<http://www.jtsa.or.jp/>)
- ・国土交通省 HP 2018 年 10 月 22 日データ取得
(http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha08/06/060117_.html)

<書籍>

- ・警察庁交通局『交通事故統計年報』2018 年 10 月 20 日データ取得
- ・自転車産業振興協会『自転車統計要覧』2018 年 10 月 20 日データ取得