

2010 年度 公共政策の経済評価

通勤電車への防犯カメラ設置義務化の費用便益分析
—JR 中央線を事例として—

2011 年 3 月 18 日

東京大学公共政策大学院
藤田 暎 (公共政策コース)
藤野雄剛 (法政策コース)
二見心悟 (経済政策コース)
杳屋美束 (経済政策コース)
矢ヶ崎将之 (経済政策コース)

目次

Executive Summary	iii
1. 本研究の背景と目的	1
1.1 本研究の背景と目的	1
1.2 本稿の構成	2
2. 分析詳細	3
2.1 分析手法の概要	3
2.2 費用の推計	4
2.2.1. 通勤電車に防犯カメラを設置した場合の1車両当たりの年間費用	4
2.2.2. JR 中央線（快速及び緩行線）の車両数の計算	5
2.2.3. 1年当たりの総費用	6
2.3. 便益の推計	7
2.3.1. 需要（年間旅客数）の推計	7
2.3.2 便益推計1（ダブルバウンド2項選択方式）	8
2.3.3 便益推計2（レファレンダム2項選択方式）	15
3. 純便益	21
3.1 純便益の導出	21
3.2 感度分析	22
3.2.1. 不確実性の要因	22
3.2.2. 中央線の年間旅客数の不確実性の感度分析	23
3.2.3. 費用の不確実性の感度分析	23

3.2.4. WTP の不確実性の感度分析	23
3.2.5. 純便益の感度分析(Monte・Carlo 分析)	27
4. 結論と今後の課題	30
4.1 結論と政策提言	30
4.2 今後の課題	31
謝辞	33
参考文献	33

Executive Summary

(1) 研究の背景と目的

通勤電車における痴漢犯罪対策としては、これまでに女性専用車両の導入などが実施されたが、効果は限定的であり、また、それ以外の車両において混雑悪化などの弊害も発生している。一方、警視庁からの要請に応じる形で、2009 年末より東日本旅客鉄道株式会社（JR 東日本）が首都圏で最も痴漢犯罪が多発している埼京線の車両内に防犯カメラの設置を試行したところ、痴漢犯罪件数の減少に一定の効果が見られた。

そこで、本研究では防犯カメラの全車両設置を義務化する政策の効果について、JR 中央線を事例として費用便益分析を行い、その結果を基に政策提言を行うものである。

(2) 分析手法

本研究では、防犯カメラの全車両設置を義務化した場合に発生する年間の便益から政策実現に必要な費用を減じて純便益を推計することにより政策の効果を測定する。なお、通勤電車に焦点を当てているため、ラッシュ時間帯（午前 7 時台から午前 10 時台の 4 時間と午後 6 時台から午後 9 時台の 4 時間、合計 8 時間）についての純便益を推計する。

費用については、JR 中央線（快速及び緩行線）全車両に防犯カメラ各 4 台を設置した場合の費用及びランニングコスト（保守費用、電気代）を推計する。また、便益については、アンケート調査を実施して統計的手法によりこの政策に対する 1 人当たりの支払意思額（1 回の乗車につき許容できる最大運賃上昇額）を推計し、ラッシュ時間帯の中央線の推定利用者数を乗じることで、総便益を推計する。

なお、便益の推計には 2 つの分析手法（ダブルバウンド 2 項選択方式—生存分析、レファレンダム 2 項選択方式—プロビットモデル）を用いることによって、推計結果の不確実性の一部を緩和することを試みる。

(3) 分析結果

1 年当たりの費用及び便益を推計したところ、下表の結果となり、年間純便益額は

ダブルバウンド 2 項選択方式—生存分析：44.9 億円

レファレンダム 2 項選択方式—プロビットモデル：64.8 億円

が見込まれるという結果になった。

純便益推計結果

分析手法	年間総便益	年間平準化費用	年間純便益	B/C
ダブルバウンド ー生存分析	47.6 億円	2.7 億円	44.9 億円	17.6
レファレンダム ープロビットモデル	67.5 億円	2.7 億円	64.8 億円	25

※なお、プライバシー侵害のコストを便益から抽出できないため、年間総便益、年間平準化費用、費用便益比（Cost Benefit Ratio, B/C）は、厳密には正しい値でなく、参考値である。しかし、年間純便益の厳密性は保たれている。

(4) 結論

通勤電車への防犯カメラ設置義務化政策について JR 中央線を例として費用便益分析を行ったところ、正の純便益の発生が見込まれる結果となった。よって、(5)に挙げるような分析上の限界はあるものの、JR 中央線などの旅客需要の多い路線においてこのような政策を実施することは正当化できる。

なお、2つの分析手法で様々な不確実性を考慮して分析を行ったところ、純便益の下限值はいずれも正となっている。よって、先に述べた防犯カメラ設置義務化政策の妥当性の結論は覆らない。

(5) 今後の課題

今後の課題についてまとめると下表のようになる。

① データ制約による仮定等	便益 ・年間旅客数推計値が不確実(データ制約のため) ・痴漢減少率を 50%と仮定(データ制約のため) ・サンプル数の不足(前者の手法：149、後者の手法：188)	
② アンケートの設問上の課題等	ダブルバウンド ・WTP 下限値を 0 円と仮定	レファレンダム ・除外変数の存在可能性 (防犯カメラを痴漢抑止のみに機能すると仮定したため)
③ 義務化関連費用の未計上	費用 ・義務化関連費用(法整備費用や広告費用など)を計上していない。	

本研究にはデータ制約等により上記の課題が残されている。痴漢犯罪の減少のための他の有効な手段が考えにくい現状、本政策の是非を判断するためのより正確なデータによる分析がなされることが望まれる。

1. 本研究の背景と目的

1.1. 本研究の背景と目的

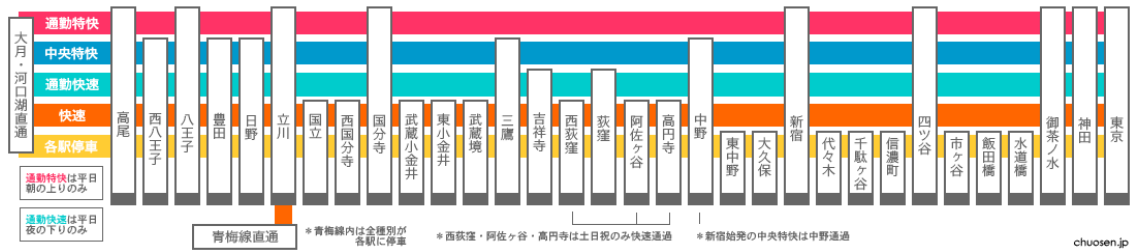
近年、電車内の痴漢犯罪が社会問題化してきている。これまでは痴漢のような軽犯罪は、殺人のような重犯罪に比べて犯罪被害の大きさ、社会に与える影響力の低さから軽視される傾向があった。しかし、近年このような軽犯罪も取り締まりが強化され、痴漢を防止するための政策が検討又は実施されてきた。さらに、通勤電車において痴漢行為を行っていない者が無実の罪で告発されるといった冤罪事件がマスメディアに報じられ、社会的な注目を集めている。

これまでに検討又は実施された具体的な政策としては、①女性専用車両、②駅構内の防犯カメラ設置、③混雑率の緩和が挙げられる。しかし、これらの政策によっては痴漢犯罪数を十分に減少させることはできなかった。まず①に関しては、2000年台に関東の私鉄やJRの主要路線に次々と導入されたが、痴漢件数を決定的に減らすことはできず、また、他の車両の混雑が悪化するという弊害が発生している。次に、②に関しては、テロ対策も兼ねて現在では首都圏の主要駅などに設置されているが、直接電車内を監視しているわけではないので、電車内の痴漢の抑止には十分な効果が上がっていない。③に関しては、混雑率を減少させるためには複々線化などの大規模な投資が必要であり、現実的な政策ではなく、新規事業としては現段階では行われていない。以上のように、痴漢を防止するための政策は現状では手詰まりの状態であった。

2009（平成21）年10月に1都3県の警察から首都圏の各鉄道事業者に対して、痴漢犯罪抑止を目的とした防犯カメラを電車内に設置するよう要請があった。それを受けて、同年12月末に東日本旅客鉄道株式会社が埼京線に試験的に防犯カメラを導入した結果、その翌月の埼京線の痴漢犯罪認知件数が前年同月比約50%減少した¹。このことから、防犯カメラを電車内に設置することは痴漢犯罪抑止に有効であると考えられる。

そこで、本研究においては、痴漢犯罪抑止を目的として防犯カメラを電車内に設置することを法律で義務化するという政策を想定し、その費用便益分析を行う。なお、本研究においては首都圏の痴漢発生件数が埼京線の次に多いJR中央線（快速及び緩行線、東京～高尾間）を例として費用便益分析を行う。

¹朝日新聞(<http://www.asahi.com/national/update/0411/TKY201004100375.html>) 2010年4月11日3時0分



1.1 図 JR 中央線路線図（東京～高尾間） 出典：Chuosen.jp <<http://www.chuosen.jp/>>

電車内における強制わいせつ認知・検挙件数の推移

		平成17年	18年	19年	20年	21年
警視庁	認知件数	284	240	252	261	188
	検挙件数	253	211	221	228	163
埼玉県警	認知件数	19	19	26	25	29
	検挙件数	14	13	22	22	27

※ 電車内とは、地下鉄内、新幹線内、その他の列車内の合計

1.2 表 近年の東京都内及び埼玉県内における痴漢犯罪件数（警察庁提供資料）

1.2. 本稿の構成

第 2 章では、JR 中央線の全車両に防犯カメラを設置した場合の費用と便益の推計について詳細を述べる。第 3 章では、費用と便益の推計結果に基づいて純便益を算出するとともに、不確実性を補うための感度分析を行う。最後に第 4 章では、分析結果に基づいて政策提言を行うとともに、今後の課題について述べて本稿のまとめとする。

2. 分析詳細

2.1. 分析手法の概要

本研究では、費用と便益を推計し、後者から前者を減じて算出される純便益を指標として採用している。

本研究の費用推計は、JR 中央線（快速及び緩行線）の全車両に防犯カメラを設置した場合の設置費用、保守費用及び電気料金の合計額とする²。なお、記録媒体の増設などの追加的な費用は発生しないものとする（記録映像の保存先はデジタルレコーダー内蔵のハードディスクを想定しているが、この場合の一般的な運用では、古い映像データから随時消去されるため媒体の増設は不要である）。

便益推計においては、顕示選好による分析が困難であるという理由から表明選好に基づいた **Contingent Valuation Method**(以下、**CVM** とする)という方法を用いて分析を行う。具体的には、都内数か所においてアンケートを実施し、その個票データをベースに統計的手法を用いて便益を導出する。よく知られているように、**CVM** には多数のバイアスが存在し、そうしたことを考慮したうえで本研究では 2 種類の異なる推計方法を用いて便益推計を行い、**CVM** に伴う不確実性を緩和する。1 つ目の便益推計方法はアンケートの質問形式としてダブルバウンド 2 項選択方式、統計手法として生存分析を使用する。2 つ目の便益推計方法ではアンケートの質問形式としてレファレンダム 2 項選択方式、統計手法としてプロビット・ロジットモデルを使用する。以後、それぞれの推計方法により便益の推計を行う。

² 義務化政策を実現するためには、法整備費用や政策の周知広報費用などが必要となるが、その費用は無視しうるほど小規模なものであると想定されるため、本研究ではこれらを費用に含めない。

2.2. 費用の推計

2.2.1. 通勤電車へ防犯カメラを設置した場合の1車両当たり年間費用

既に述べたとおり、痴漢犯罪防止を目的とした通勤電車への防犯カメラ設置事例としてはJR 埼京線があるのみだが、その際の費用に関する情報は公表されていない。そこで、埼京線の事例と同様³の状態を想定して、1台の車両に車内防犯カメラを4台設置した場合の費用を防犯カメラメーカーに以下のとおり概算で算出してもらったものを使用する。

【機器・設置費用】

・ドーム型防犯カメラ	@76,125×4台=304,500円
・駆動ユニット	52,500円
・デジタルレコーダー	262,500円
・工事費	262,500円

【保守費用】

・1年目	36,750円
・2年目以降	189,000円/年



埼京線に設置されている防犯カメラ

次に防犯カメラの消費電力から必要となる電気料金を算出する。

想定している機器の消費電力は、駆動ユニットが32W、デジタルレコーダーが35Wである。よって、機器の駆動時間を乗降客が多く電車の稼働本数が多い午前7時台から10時台の4時間と午後6時台から9時台までの4時間、合計8時間とすると、1車両当たりの年間の電気料金は次のようになる（電力単価は「特別高圧電力B」の標準電圧20000ボルト供給のものを使用し⁴、夏季料金とその他季料金を調整したうえで、1kwh当たり11.025円とする）。

$$(32+35) \times 8 = 0.54 \text{kw} \quad (\text{1日当たりの消費電力})$$

$$0.54 \times 365 \times 11.025 \times 5/7 \quad (\text{平日}) = 1552 \text{円/年}$$

なお、防犯カメラの耐用年数は、「減価償却の耐用年数等に関する省令」別表第一の「インターホーンおよび放送用設備」に該当するため6年である。よって、次式により6年間

³ 2010（平成22）年4月5日のJR東日本プレスリリース「埼京線における車内防犯カメラの設置について」参照。

<<http://www.jreast.co.jp/press/2010/20100403.pdf>> 2011年2月3日アクセス

⁴ 東京電力 電気受給約款〔特定規模需要（特別高圧）〕17頁から20頁参照。

<<http://www.tepco.co.jp/e-rates/custom/shiryou/yakkan/pdf/jukyuu03-j.pdf>> 2011年2月2日アクセス。なお、JR東日本の在来線の一般的な電圧は20000ボルト。

のトータルコストを社会的割引率 $r=4\%$ ⁵によって平準化し、1年間の費用を算出すると次のようになる。(なお、機器・設置費用は期首に、保守費用は期末に発生すると仮定する。)

$$\sum_{t=1}^6 \frac{C_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^6 \frac{X}{(1+r)^t}$$

$$X = \frac{\sum_{t=1}^6 \frac{C_t}{(1+r)^t}}{\frac{1}{(1+r)^1} + \frac{1}{(1+r)^2} + \dots + \frac{1}{(1+r)^6}} = 337,462.20\dots$$

従って、本研究では通勤電車に防犯カメラ 4 台を設置した場合の 1 年間当たりの平準化費用は 340,000 円/車両を用いる。

2.2.2. JR 中央線（快速及び緩行線）の車両数の計算

本研究においては、JR 中央線（快速及び緩行線）のラッシュ時間帯にはほとんどの車両が稼働し、車両基地には故障等の場合に備えた車両のみが停車しているものと仮定し、防犯カメラ設置義務化を実効性あるものとするためには、中央線の全車両に防犯カメラを設置する必要があるものと仮定する⁶。

2010（平成 22）年 4 月 1 日現在において JR 中央線（快速及び緩行線）で使用されている車両の型式は、E231、E233 及び 209 系の 3 種類である。これらは三鷹車両センター（東京都三鷹市）及び豊田車両センター（東京都日野市）に配置されており、その内訳は次のとおりである⁷。

表 2-1

三鷹車両センター		豊田車両センター	
モハ 209	26 両	モハ E233	207 両
クハ 209	13 両	クハ E233	95 両
サハ 209	52 両	サハ E233	84 両
モハ E231	113 両		
クハ E231	53 両		
サハ E231	152 両		
合計	409 両	合計	386 両

⁵ 2004 年 2 月 6 日に策定の「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針」参照。

<<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/13/130206/03.pdf>> 2011 年 2 月 3 日アクセス

⁶ JR 東日本に確認したところ、故障等がなくても使用する車両は頻繁に入れ替えが行われているとのことであるため、義務化を徹底するためには全ての中央線車両に防犯カメラを設置することを想定すべきである。

⁷ 「JR 旅客会社の車両配置表」『鉄道ファン NO.591』2010 年 7 月号、交友社参照。

よって、本研究において防犯カメラ設置対象となる車両数は 795 両とする。

2.2.3. 1年当たりの総費用

2.1.1.及び2.1.2.より、JR 中央線への防犯カメラ設置義務化の1年間の費用は以下の計算より、

$$340,000 \times 795 = 270,300,000 \text{ (円)}$$

2.7 億円である。

2.3. 便益の推計

2.3.1. 需要（年間旅客数）の推計

需要（年間旅客数）に関しては、『都市交通年報』⁸や『大都市交通センサス』⁹を用いて中央線の平日ラッシュ時間帯の輸送旅客数を求める。以下に、推計方法を示す。

年間旅客数は、以下の式のように推計する。

$$a_1 \times \frac{a_3}{a_2} \times \left\{ \left(\frac{b_{12}}{b_{11}} + \frac{b_{22}}{b_{21}} \dots \dots \frac{b_{n2}}{b_{n1}} \right) \times \frac{1}{n} \right\}$$

a_1 : 年間の中央線各駅の出発旅客数合計、 a_2 : 全日列車運行本数合計、 a_3 : 平日列車運行本数
 $b_{11} \dots n1$: 各駅間の一日の全時間帯の旅客数、 $b_{12} \dots n2$: 各駅間の一日のラッシュ時間帯の旅客数
 但し($n = 1 \sim 31$)。

・各駅間の旅客数については、東京-神田間、神田-水道橋間…西八王子-高尾間の合計 31 区間を使って求める。

まず、『都市交通年報』にある、年間の中央線各駅を出発した旅客数を合算し、中央線の年間旅客数を求める。

次に、この年間旅客数の中から平日のみの旅客数を抽出する。このとき、列車運行本数は旅客数に可能な限り比例するように設定されていると仮定し、平日の列車運行本数が全体に占める割合を年間旅客数に乗じて平日の旅客数を求めている。具体的には、中央線の時刻表を使用して、列車運行本数を調べ、全列車運行本数のうち平日の列車運行本数が占める割合を求めることで、平日の旅客数を算出する。

最後に、平日ラッシュ時間帯¹⁰の旅客数を求めるために、『大都市交通センサス』の一日の中央線各駅の時間帯別輸送人員を利用する。このデータで各駅間の1時間ごとの輸送旅客数が把握できるので、これを使って各駅間のラッシュ時間帯の輸送旅客数の割合を算出し、その平均を求め、それを先ほど求めた平日の旅客数に乘じ、平日ラッシュ時間帯の中央線の旅客数を推計している。

その結果、224,903,938 人が年間の平日ラッシュ時間帯の中央線の旅客数であると求められた。

⁸ 運輸政策研究機構など多数、『都市交通年報 平成 21 年版』、2009 年 3 月、日本法制資料出版社。

⁹ 運輸政策研究機構、『大都市交通センサス 平成 12 年首都圏報告書』、2002 年 3 月、運輸政策研究機構。

¹⁰ ここでのラッシュ時間帯は、費用と同様に朝夕それぞれ 4 時間ずつと定義して求めている。

2.3.2. 便益推計 1 (ダブルバウンド 2 項選択方式)

2.3.2.1. サーベイデザイン

2.1.で述べたとおり、CVM は表明選好に基づいて分析を行う手法である。よって、人々の表明選好を得るためにアンケートを実施するのが通常用いる手段である。しかし、CVM ではそのアンケートの仮想的状況の設定、金額の質問方法、金額をどう決定するかによって結果にバイアスが生じてしまうことが知られている。従って、こうしたアンケートの設定（サーベイデザイン）を行う際は十分に注意を払う必要がある。ここではどのような点に注意しながらサーベイデザインを行ったかを実際に用いたアンケートを提示しながら見ていくこととする。

状況説明

中央線 CVM アンケート

- 中央線全車両に防犯カメラを設置（4 台/車両）します。
- 防犯カメラによって男性は冤罪リスクが減少し、女性は痴漢にあうリスクが減少します。また、カメラに撮られることによってあなたのプライバシーが侵害されます。
- 防犯カメラは上記に関してのみ機能を果たし、他の効果は生じないとします。
- 中央線での痴漢発生件数は 309 件 (2004 年)。ワースト 1 位であり、首都圏路線内の痴漢件数の約 20% を占めています。(快速・各停・総武の合計)
- カメラ導入の費用はカメラ購入費用、データの保存・維持費用、システム導入費用などが考えられます。
- 埼京線では、防犯カメラ導入後の 2010 年 1, 2 月の痴漢発生件数がカメラ導入前の前年同時期の 38 件に比べ、約半分に減少しています。(カメラを導入しているのは第 1 車両のみ)

上記部分においては、防犯カメラを何台設置するかなどの政策実施の仮想状況の設定を行い、それによって発生すると考えることができる便益、費用を提示した。こうした仮想状況の詳細な設定は人によって「防犯カメラ設置」という言葉から連想するイメージの分散をなくし、回答者がみな同じ状況を想像するために必要なものである。

さらに、中央線における現在の痴漢発生の実況を提示し、既に一部車両に防犯カメラが

設置されている埼京線における防犯カメラ導入後と導入前の痴漢発生件数の増減を示した。埼京線では痴漢発生件数が約半分に減少している¹¹というデータがでていることから、回答者は痴漢が約 50%減少するものとして支払意思額を決定していると考えられる。よって、本研究では痴漢が 50%減少すると仮定したうえで、防犯カメラへの支払意思額の推計を行う。

質問方法

問 1

中央線全車両に上記のような防犯カメラの設置を義務化する法律ができたとします。この政策実施に伴って、(1回の乗車当たり)JRの運賃が_____円ずつ増加することになりました。あなたはこの防犯カメラ設置義務化政策の実施に賛成ですか?それとも反対ですか?

※ただし、この運賃上昇によって得られた収入は全て防犯カメラの設置・運営のみに使われると仮定します。運賃上昇によってあなたが普段購入している他の商品に使える金額が減ってしまうことを十分考慮しながらお答えください。

賛成 ・ 反対 ・ 分からない

CVMでは、金額を尋ねる手段として、WTP(支払意思額)を用いる方法とWTA(受入補償額)を用いる方法の2つの方法がある。どちらを用いるかはその政策の方向性とその権利が法律上認められ、同時にその権利を有しているかに依存する。例えば、環境問題の場合、仮に一般人がある水準の環境を享受する権利を有するとすると、土地開発などによる環境破壊(政策の方向性)の損害を一般人に補償する必要があるが生じる。この場合、WTAを尋ねることが妥当である。しかし、一般にWTAはWTPよりも4~15倍大きくなる傾向があり、評価額が過大になってしまう恐れがあり、政策実施者に不利な結果となる可能性が高い。以上を理由に、NOAAガイドライン¹²においてもWTPを用いることが薦められている。

¹¹ 朝日新聞(<http://www.asahi.com/national/update/0411/TKY201004100375.html>) 2010年4月11日3時0分

¹² 米国商務省国家海洋大気管理局(NOAA)が信頼性のある評価の実現のために記したCVMを行う際に注意事項項目集。

また、多くの研究によって、人々が何かを失う際に要求する補償額は、全く同一物を手に入れるために支払っても良いと考える額よりも大きくなり、人々が損失回避的である¹³ことが示されている。そうした人々の損失回避的の性質によって生じた WTP 及び WTA の乖離は、人々がよりその対象事象に対して認識を深めれば深めるほど、WTA が WTP の値に収束することにより、その乖離がなくなることが知られている¹⁴。さらに、WTP の値は WTA のそれに比べて、顕示選好法に基づく手法によって求められた推計値により近似することが分かっている¹⁵。こうした背景・現状を踏まえ、本研究においては、WTP を用いて分析を行っていくこととする。

支払意思額の質問形式は、2 項選択方式を採用した。これは、「ある政策について X 円以上支払う意思があるか」という質問を 1 度だけ行い、回答者に賛成、もしくは反対と答えてもらうだけのアンケート方法である。この結果を用いて、統計的手法を適用し、回答者の支払意思額を推計する。この 2 項選択方式は、開始点バイアス、範囲バイアス、戦略バイアスが存在せず、かつ回答に当たっても賛成、反対のどちらかで良いので、回答者の負担が小さいことが特徴である。NOAA ガイドラインにおいてもこの 2 項選択方式の一種であるレファレンダム 2 項選択方式が質問方式として望ましいとされており、今日の CVM による研究において頻繁に用いられている。本研究でも 2 つ目の便益推計手法として、レファレンダム 2 項選択方式を採用している。

本研究においては 1 つ目の便益推計手法として 2 項選択方式の中でもダブルバウンドを採用した。ダブルバウンドとは最初の質問に対して賛成と答えた人には、次により高い提示額を設定して質問し、逆に最初の質問に対して反対と答えた人には、次により低い提示額を設定して質問するというもので、合計して 2 度質問を行うという方法である。ダブルバウンドの利点は、シングルバウンド(1 度だけ質問する手法)に比べて、より回答者の評価区間が狭まるため統計的効率性が高まり、分析の信頼性が改善されることである。一方で、ダブルバウンドの問題として、下方バイアスが指摘されている。これは、最初の提示額を政策実現に必要な平均費用とみなし、2 回目の質問の提示額に対し必要以上の金額の負担がなされると考えて、反対と意志表示する傾向があることである。こうした、利点・問題点を考慮したうえで、ここではダブルバウンドを用いることにする。

アンケートの最後には、「代替的支出」の問題を解消するための文を付け加える。つまり、質問の提示額に対し、賛成と答えたとすると、その分だけ他の商品の購入に使えたであろう金額が減少することを回答者にきちんと認識してもらう。NOAA ガイドラインにおいても、この代替的支出の問題は「目標とすべき項目」として取り上げられており、本研究に

¹³ Timothy McDaniels, Reference Pints, *Loss Aversion, and Contingent Values for Auto Safety*, 1992

¹⁴ Don L.Coursey, John J.Hovis, and William D.Schulze, *The Disparity between Willingness to Accept and Willingness to Pay Measures of Value*, 1987; Jason F.Shogren, Seung Y.Shin, Dermot J.Hayes, and James B.Kliebenstein, *Resolving the Differences in Willingness to Pay and Willingness to Accept*, 1994 etc.

¹⁵ Anthony E.Boardman, David H.Greenberg, Aidan R.Vining, and David L.Weimer, *Cost-Benefit Analysis Concept and Practice*, 2010

においても採用する。

提示金額については、乗車 1 回あたりの運賃上昇という形式を採用する。他にも、税として徴収、もしくは寄付などが手段として考えられるが、回答者の乗車回数などに評価額が依存したり、寄付に関しては公共のためにお金を支払うことに対する満足感が影響、温情効果(warm glow)が生じやすいため、ここでは 1 回あたりの運賃上昇として金額を設定する。提示額については、事前にプレテストを行った結果に基づき、以下の表 2-2 のように 3 つのパターンを用意して、回答者にはランダムにこれら 3 つのパターンの 1 つについて回答してもらう。

表 2-2 提示額

パターン	T	TU	TL
A	10	30	5
B	30	60	10
C	60	120	30

※ T：最初の提示額(円)

TU：Tに賛成した時の提示額(円)

TL：Tに反対した時の提示額(円)

2.3.2.2. 集計結果

アンケートは、2010 年 12 月に JR 東日本吉祥寺駅、立川駅において実施した。得られたサンプルの概要については、以下の表 2-3 の通りである。アンケートは上述の駅周辺において歩いている人に声をかけて協力を呼びかけるという形式で行った。従って、完全なランダムサンプルではなく、年齢層も比較的若い世代のサンプルが集まっている。全サンプル数も一般的に CVM に最低必要とされるサンプル数¹⁶である 300 には届いていない。この点については本研究の限界として後述する。

表 2-3 サンプル概要

	全サンプル数	149 人	100.0%
	無効回答	10 人	6.7%
性別	男	87 人	58.4%
	女	62 人	41.6%
年齢	平均	28.9 歳	

¹⁶ 伊多波ら(2009)によると、CVM の分析に必要な最低サンプル数は 300~400 とされている。

2.3.2.3 評価結果

得られたサンプルを基に、1人あたり WTP を推計する。サンプルには有効回答のみを用いる。有効回答は支払意思額について「分からない」と回答したもの、及び「カメラ設置には賛成だが支払い手段に対して反対だから、『反対』と回答したもの(抵抗回答)を排除したものを指す。その結果、有効回答は全部で 139 となった。

統計分析手法

ダブルバウンド 2 項選択方式を分析する統計手法には、生存分析(Carson et al, 1992)、ランダム効用モデル(Hanemann et al, 1991)、支払意思額関数(Cameron and Quiggin, 1994)の 3 種類が存在する。本研究においては 1 番目に挙げた生存分析を採用して、分析を行う。

生存分析は生物統計学などに使用される統計手法である。例えば、動物実験などを行う際に、実験開始から 5 日後、30 日後、100 日後にその動物が生きているかどうかを観察するとする。その時に、動物のサンプルの中には 5 日後までに既に死亡しているものもいれば、100 日後にもまだ生きているものもある。こうして得られた観察データから平均的に最大生存可能な期間(生存期間)を統計的に調べるのが生存分析である。

これを今回の 2 項選択方式に応用する。アンケートの実施によって、ある人は 5 円でもカメラの設置に対して支払う意思がないと言う人もいれば、120 円でもカメラの設置に支払ってもよいと考える人がいる。中には、30 円ならば賛成だが 60 円であれば反対だという人もいるだろう。アンケートによって得られたこれらの支払意思額域から統計的に 1 回の乗車に追加的に払っても良いと考える平均的な最大支払意思額を推計する。

生存分析

本研究では区間打ち切りデータを用いた生存分析を行う。回答者は 2 回質問されているので、支払意思額はある一定の区間に収まっていることが考えられる。例えば、1 回目に 30 円の提示額に対して賛成と答え、2 回目の 60 円の提示額に対して反対と答えた回答者がいたとすると、その回答者の支払意思額域は 30~60 円と考えることができる。また、2 回とも賛成と答えた回答者の支払意思額域は 60 円~無限大と考えることができる。こうしたデータをもとに生存分析は平均支払意思額を推計する。

支払意思額を y としたとき、回答者の累積分布関数 F がワイブル関数に従うとすると、

$$F(y) = \exp[-(y/\alpha)^\beta]$$

と表現することができる。 α は位置パラメータ、 β はスケール・パラメータである。回答者 i の支払意思額の下限値を y_{\min}^i とし、支払意思額の上限値を y_{\max}^i とすると、最尤法によって以下の尤度関数が最大になるように、 α と β のパラメータを推計する。

$$\text{Log } L = \sum_i \ln[F(y_{\max}^i) - F(y_{\min}^i)]$$

この時、中央値は

$$WTP_{\text{median}} = \alpha[-\ln(0.5)]^{1/\beta}$$

で得られる。また、期待値は

$$WTP_{\text{expectation}} = \alpha\Gamma[1 + (1/\beta)]$$

で得られることが分かっている。Γはガンマ関数である。

推計を行った結果は、以下の表 2-4 の通りである。

表 2-4

推定結果			
Parameter	推定値	標準誤差	漸近的 t 値
α	32.487	3.001	10.82
β	1.046	0.093	11.23
Log likelihood	-134.68		
WTP(median)	22.882		
WTP(expectation)	31.910		

Carson et al. (1995)

支払意思額推計結果

生存分析を得られたデータに適用した結果、図 2-1 のような曲線が得られた。

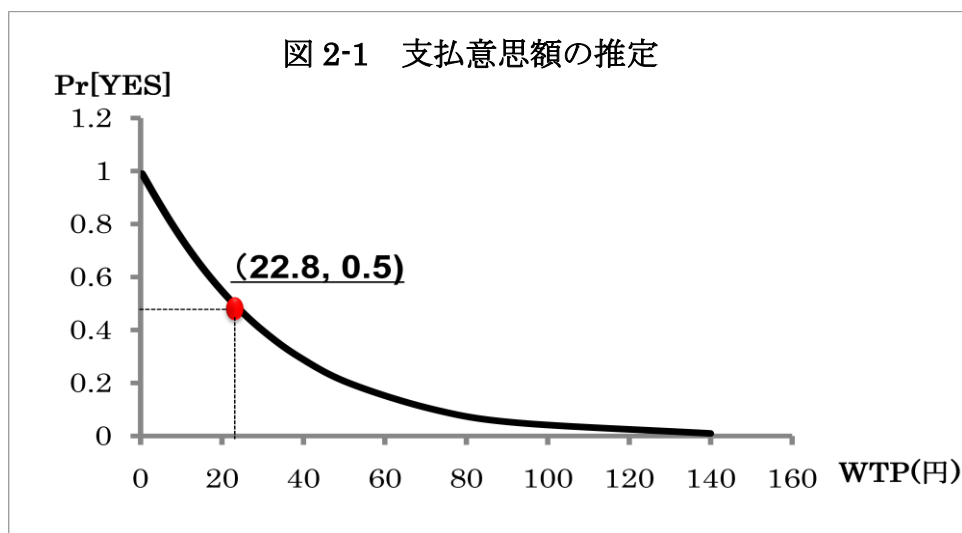


図 2-1 は、横軸に提示額を表し、縦軸は「1 回あたりの乗車に X 円運賃が上昇します、あなたはこの政策に賛成ですか。」という質問に対し、賛成と答える確率である。図は、提示額が上がるほど、その 1 回あたりの運賃上昇に賛成と答える確率が低くなっていることを示している。この図から賛成と答える確率と反対と答える確率が等しくなるような金額である中央値(median)を推計すると、中央値は 22.8 円/乗車回数であった。よって、人々は平均して 1 回の乗車あたり 22.8 円を支払っても良い¹⁷と考えていることが分かる。後述のように、この値を 1 回の乗車あたりの支払意思額とみなして総便益を推計する。

¹⁷ 支払意思額として期待値を用いない理由は、期待値ははずれ値(Outlier)に弱い性質を持つからである。ここでは期待値が少数の高額支払意思提示者(Outlier)のために大きな値を取ってしまい、それを用いると支払意思額を過大に評価しまうと考えられる。

2.3.3. 便益推計 2 (レファレンダム 2 項選択方式)

もう一つの便益の推計方法としてプロビット・ロジットモデルを用いたレファレンダム 2 項選択方式を使用する。この方法は、具体的に中央線利用者の効用関数を特定化し、アンケートデータに基づいて効用関数そのものを推計出来ることが前述の生存分析を利用したダブルバウンド 2 項選択方式との大きな違いである。

効用関数を具体的に推計することで、防犯カメラの痴漢抑止効果がどれだけの便益を生み出しているのかなど、詳細に推計できることが大きな利点である。前述のダブルバウンド 2 項選択方式は、効用関数を具体的に推計していないので記述された仮想的状況の WTP は導出されるが、それ以外の状況における WTP は導出できない。その意味において政策のインパクトに関して不確実性が存在する際に、ダブルバウンド 2 項選択方式はその不確実性に対処することが出来ない点が欠点として挙げられる。それに対して効用関数を具体的に推計する、ここでの便益推計手法は、不確実性に応じて WTP を導出することが可能であるのでそのような問題は発生しない。実際に本研究では痴漢発生件数の減少率に関する不確実性を考慮した Monte・Carlo シミュレーション感度分析を、ここで推計された効用関数を用いて行っている。

他方で分析の信頼性はダブルバウンド 2 項選択方式より大幅に劣る。前述のようにダブルバウンド 2 項選択方式は回答者の評価区間を狭めることで統計的効率性が高まり分析の信頼性が高い手法である。ここでの推計手法では、形式的にはシングルバウンドを用いており、その意味において統計的効率性は低い。実際、後述される推計結果においては標準誤差がダブルバウンド 2 項選択方式に比べて大きいことが見て取れるであろう。また除外変数問題など考慮に入れるべき変数を除外してしまうことで防犯カメラの便益推計値にバイアスが発生してしまう可能性がある。CVM が元々バイアスを発生させやすい方法であることを考慮すると、この点も重大な欠点であると思われる。また効用関数に含まれる説明変数を多くすると多重共線性を回避するためにより多くのアンケートを集めなくてはならない。アンケート調査の様々な制約上、容易にアンケートデータを収集できないことがあるゆえにこの点も欠点と考えられるであろう。このような利点・問題点を考慮したうえで、本研究ではプロビット・ロジットモデルを用いたレファレンダム 2 項選択方式を使用する。

質問方法

アンケートの質問項目は以下である。

質問 1. あなたの性別を教えてください。

質問 2. あなたの年齢を教えてください。

質問 3. あなたの中央線のご利用区間を教えてください。

質問4. あなたの通勤時間を教えてください。

質問5. あなたの通勤電車で痴漢防犯カメラの設置を義務化するという政策があります。この政策を実施すると年間痴漢発生件数が〇〇%減少することが分かっています。ただし、この政策を実施する場合、あなたの通勤電車の一回当たりの運賃を〇〇円値上げしなければなりません。防犯カメラの設置によってあなたのプライバシーが侵害されるという議論があります。他方で、防犯カメラには冤罪立証機能があるとも言われています。あなたはこの政策に賛成ですか反対ですか？（実際にあなたの支出が増加することを考慮してお答えください。）

ダブルバウンド 2 項選択方式においては埼京線における痴漢減少率の新聞発表をアンケートに盛り込んでいたが、レファレンダム 2 項選択方式では効用関数を具体的に推計するために痴漢減少率もアンケートごとに変化させている。また、それら痴漢発生件数の減少率と、運賃の値上げ分は推計値の分散を少しでも小さくするためにランダムに設定している。さらにダブルバウンド 2 項選択方式と同様、回答者がみな同じ状況を想像するようにプライバシーの侵害に伴う費用、および冤罪立証機能の便益を提示している。ただし、ダブルバウンド 2 項選択方式と比べてアンケートにおいて指定している仮想的状況の記述が少ない。これは時間的余裕のない回答者の拘束時間を削減することでアンケートに答えてもらえやすくするという利点があるが、回答者が想像する仮想的状況のイメージに分散がある可能性がある。例えば、防犯カメラによってどれだけの冤罪が立証出来るかについて回答者のイメージが分散していると思われる。

2.3.3.1 モデル

効用関数

本研究において効用関数は以下のように定義する。

$$U_i^j = \alpha + \beta_1 D_i^j + \beta_2 D_i^j \cdot gender_i + \beta_3 \log(chikan_i^j) + \beta_4 \log(chikan_i^j) \cdot gender_i + \beta_5 (y_i - p_i^j) + \varepsilon_i^j \quad (j = W, WO)$$

D_i^j : 防犯カメラダミー

$gender_i$: 性別ダミー

$chikan_i^j$: 年間痴漢発生件数

y_i : 所得

p_i^j : 運賃

ここで、防犯カメラダミーは防犯カメラがあれば 1、防犯カメラがなければ 0 の値をとり、

また性別ダミーについては男性であれば1、女性であれば0の値をとる。

ここでは、式の特定化において効用関数は痴漢の減少に対する男性と女性の便益が異なること、及び痴漢の減少によって説明できない便益も男性と女性で異なることを許容するモデルになっている。

また効用関数の特定化において考慮すべき独立変数は、政策の実施に従って変化するとと思われる要因のみであることに注意してもらいたい。これは直観的には政策の実施に個人が賛成するかしないかは、政策の実施に従って変化する独立変数にのみ依存するからである。通勤電車の利用に伴って効用に影響を与えると思われる独立変数は、この他にも混雑率や乗車時間などが考えられるが、これらの独立変数は政策の実施によって変化しない¹⁸。ゆえに、厳密にはこれらの変数も効用関数に含まれると考えられるが、後に述べるようにパラメータの推計の際に効用の差分をとるので、これらの独立変数は相殺されてしまう。

推計方法

利用者は政策を実施した場合の効用が、政策を実施しなかった場合の効用を上回れば政策の実施に賛成すると思われる。従って、ある利用者が政策に賛成する確率は、

$$Pr(yes_i|X_i) = Pr(U_i^W - U_i^{WO} \geq 0|X_i)$$

$$= Pr(\beta_1 + \beta_2 \cdot gender_i + \beta_3 \log(\% \Delta chikan) + \beta_4 \log(\% \Delta chikan) \cdot gender_i + \beta_5(\Delta p_i) \geq \varepsilon_i^{WO} - \varepsilon_i^W | X_i)$$

$$= F(\beta_1 + \beta_2 \cdot gender_i + \beta_3 \log(\% \Delta chikan) + \beta_4 \log(\% \Delta chikan) \cdot gender_i + \beta_5(\Delta p_i))$$

によって与えられる。ここで、 ε_i^J が正規分布に従うと仮定すればプロビットモデル、ガンベル分布に従うと仮定するとロジットモデルとなる。この場合の対数尤度関数は、

$$\sum_{i=1}^n y_i \log F(V_i) + (1 - y_i) \log(1 - F(V_i))$$

$$\text{where } V_i = \beta_1 + \beta_2 \cdot gender_i + \beta_3 \log(\% \Delta chikan) + \beta_4 \log(\% \Delta chikan) \cdot gender_i + \beta_5(\Delta p_i)$$

であり、これを最大化するようにパラメータを推定することが最尤法である。

¹⁸ 厳密には例えば防犯カメラの導入によって今まで他の交通手段を利用していた女性利用者が新たに中央線を利用し始めることなどが考えられるが、混雑率に変化を与えるほど大きな変化ではないと考えられる。

2.3.3.2 集計結果

アンケートは 2010 年 12 月に JR 東日本新宿駅、吉祥寺駅、立川駅においてラッシュ時間帯の中央線利用者を対象にアンケート調査を実施した。ラッシュ時間帯にそれぞれの駅において歩いている人に声をかけて、アンケートの協力をお願いするという方法を用いた。従って、厳密なランダムサンプリングではない。

サンプル数は 188 人と生存分析を利用したダブルバウンド 2 項選択方式より若干多いが依然として CVM に最低限必要とされる 300 人には届いていない。また女性の比率が大きい。

表 2-5 サンプル概要

	全サンプル数	188 人	100.0%
	無効回答	0 人	0%
性別	男	86 人	45.7%
	女	102 人	54.3%
年齢	平均	33.6 歳	

推計結果

上記のアンケート調査によって得られた個票データをもとに、効用関数をプロビット・ロジットモデルで推計したところ、推計結果は以下のようになる。

Probit model(表 2-6)

	Coefficient	Standard. Error	P-Value	95% Confidence Interval
β_1	-.0800656	.2381236	0.737	-.5467792 .386648
β_2	.4906594	.3052592	0.108	-.1076377 1.088957
β_3	-.8686411	.257301	0.001	-1.372942 -.3643403
β_4	.4346919	.4391122	0.322	-.4259523 1.295336
β_5	.0211738	.0094799	0.026	.0025935 .039754

Logit model(表 2-7)

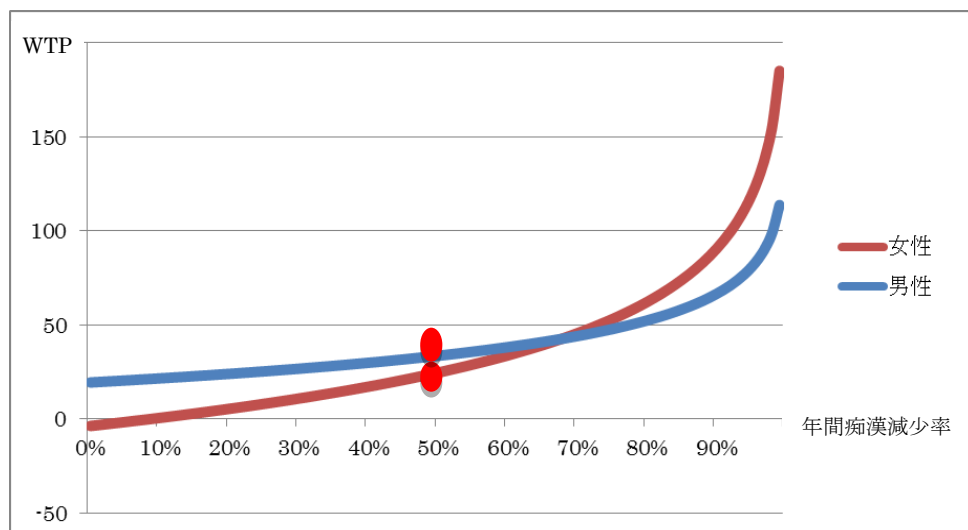
	Coefficient	Standard. Error	P-Value	95% Confidence Interval
β_1	-.1637306	.3917253	0.676	-.9314982 .604037
β_2	.8303835	.5028229	0.099	-.1551312 1.815898
β_3	-1.458236	.4583828	0.001	-2.356649 -.5598218
β_4	.7848237	.7399734	0.289	-.6654975 2.235145
β_5	.0337649	.0154232	0.029	.003536 .0639939

以上の推計結果をもとに、防犯カメラの設置に伴う 1 人当たり WTP を導出する。本研究の分析では、実際に防犯カメラを設置する際に運賃の値上げは行われないと仮定している。すると防犯カメラの設置に対する WTP を表す式は、

$$WTP_i = \frac{1}{\beta_5} (\beta_1 + \beta_2 \cdot gender_i + \beta_3 \log(\% \Delta chikan) + \beta_4 \log(\% \Delta chikan) \cdot gender_i)$$

によって与えられる¹⁹。この式と上記のパラメータの推計結果をもとに横軸に年間痴漢減少率をとり、縦軸に WTP をとって男性と女性の WTP の推移を示したグラフが図 2-2 である。

図 2-2



¹⁹ 厳密には、上記の式は WTP の期待値である。

ここでプロビットモデルによって得られた推計結果の解釈を述べる（ロジットの場合も同様）。まずここでの分析モデルでは男性と女性の間で年間痴漢発生件数 1%減少から得られる便益は男性と女性で異なり、女性の方が男性より WTP が高いと予想していたのであるが、表 2-6 の推計結果を見ると、女性の年間痴漢発生件数 1%減少への WTP は約 0.4 円、男性の場合約 0.2 円という結果となり当初の予想と整合的な結果が得られている。これは男性と女性の WTP の推移のグラフから女性の年間痴漢減少率に対する感応度が男性より高いことから見て取れる。

また防犯カメラの便益のうち痴漢の減少で説明できない便益も男性と女性で異なる点ここでは仮定している。その根拠としては男性の場合仮に痴漢が減少しなかったとしても防犯カメラの冤罪立証機能から高い便益を享受し、プライバシーコストは小さいと考えられ、女性の場合痴漢が減少しなければ防犯カメラによって撮影されることで高いプライバシーコストを負担し、冤罪立証機能からは低い便益しか享受しないと考えられることが挙げられる。表 2-6 の推計結果では gender 項の係数がほぼ 10%有意に効いている。これは防犯カメラから男性と女性で異なる便益を享受しているという当初の予想を裏付けていると考えられる。推計結果を貨幣換算すると痴漢の減少で説明できない便益（グラフでいうと縦軸の切片）が、女性の場合約 -3.8 円、男性の場合約 19.4 円となり、当初の予想と整合的な結果が得られている。

男性と女性との間で痴漢の減少で説明できない便益の差異を生み出している要因について、ここでは単純化のため男性の場合は冤罪立証機能からの便益、女性の場合はプライバシーコストと解釈する²⁰。女性のプライバシーコストについて考える。定数項の p 値が大きいことから分かるように、防犯カメラのプライバシーコストはそこまで大きくないと考えられる。その理由として以下のようなことが考えられる。本研究では、防犯カメラはラッシュ時に限定して導入されることを想定している。ラッシュ時間帯は文字通り電車内の混雑が激しい時間帯であり、ゆえに電車内は十分に public なシチュエーションにあると思われる。それゆえ、仮に防犯カメラによって追加的に撮影されることになったとしても、その不効用の大きさはさほど高くないと考えられる。

支払意思額推計結果

本研究では、防犯カメラの設置によって年間痴漢発生件数が 50%減少するという仮定のもとに評価を行う。図 2-2 の点が、痴漢が 50%減少するときの WTP であり、プロビットモデルでは男性の WTP は約 33.6 円、女性の WTP は約 24.7 円となった。同様にロジットモデルでは男性の WTP は約 33.6 円、女性の WTP は約 25.1 円となった。これらの値をレフレンダム 2 項選択方式の 1 回の乗車あたり WTP として後に用いる。

²⁰ ただしこれは厳密ではない。これらの値は痴漢の減少で説明できない便益の変化分であり、この結果を女性が 3.8 円のプライバシーコストを負担し、男性が冤罪立証機能から 19.4 円の便益を享受していると考えられることは理論的には正しくない。

3. 純便益

3.1. 純便益の推計

前章で推計した1回の乗車における1人当たりWTP、中央線の年間旅客数、費用をもとに純便益を推計し、防犯カメラ設置義務化の評価とする。

まず、前章で推計した値から総便益を推計すると、以下表3-1のようになる。

表 3-1 総便益推計

分析手法	WTP/乗車回数	年間利用回数	年間総便益
ダブルバウンド —生存分析	22.8 円	2.2 億回	47.6 億円
レファレンダム —プロビットモデル	33.6 円(男性) 24.7 円(女性)	1.3 億回(男性) 0.9 億回(女性)	67.5 億円

ダブルバウンド2項選択方式—生存分析では総便益は47.6億円、レファレンダム2項選択方式—プロビットモデルでは総便益は67.5億円となる²¹。なお、後者の分析手法においては、男性と女性とを分けて年間総便益を計算している²²。男性の年間総便益は43.3億円、女性の年間総便益は22.2億円となっており、便益内訳を男女別という観点から観察することが可能である。

次に、これらの年間総便益から2.2で算出した年間平準化費用を減ずることにより、年間純便益の推計を行う。推計結果は下記の表3-2の通りである。

表 3-2 純便益推計

分析手法	年間総便益	年間平準化費用	年間純便益	B/C
ダブルバウンド —生存分析	47.6 億円	2.7 億円	44.9 億円	17.6
レファレンダム —プロビットモデル	67.5 億円	2.7 億円	64.8 億円	25

なお、表3-2の年間総便益、年間平準化費用、B/Cの項目の解釈については注意が必要であ

²¹ ロジットモデルの場合もほぼ同様であるので省略する。

²² 男女比率については、東京都統計局 <http://www.toukei.metro.tokyo.jp/tjinko/2009/to-data.htm> より就業者男女比率(0.6)を使用した。

る。B/C は年間総便益を年間平準化費用で除した値であるが、年間総便益は消費者のプライバシーの侵害のコストを既に差し引いた値となっている。これは、実施したアンケートの性質上の問題であり、プライバシーの侵害のコストを年間総便益から抽出して、費用に計上することができない。よって表 3-2 の年間総便益、年間平準化費用、B/C は厳密には正しい値とは言えない。以上の理由から、本研究においては純便益によって政策の評価を行う。

年間純便益はダブルバウンド 2 項選択方式—生存分析では 44.9 億円、レファレンダム 2 項選択方式—プロビットモデルでは 64.8 億円となった。純便益はどちらの分析手法においても大きな正の値をとっている。この要因は、中央線などの首都圏の主要路線は旅客量が非常に多く、また 1 人当たり WTP の値が大きいため便益が大きな数字となっていることが考えられる。よって、中央線のような旅客量の大きな路線において防犯カメラの設置を義務化することは費用便益分析の観点からは是認されると結論づけることができる。

3.2. 感度分析

本研究での純便益の推計は様々な仮定を置いていることから、推計値に不確実性が存在する。そこで、分析過程でのこうした不確実性の発生要因を検証し、感度分析によって結果に含まれる不確実性の程度の評価を行う。

3.2.1. 不確実性の要因

本研究の分析過程を振り返ってみると、不確実性の発生要因を大きく分けて 3 つに分類することができる。

(1) 中央線のラッシュ時間帯の年間旅客数

前述したように、ラッシュ時間帯の年間旅客数を推計するために推定総旅客数に平日ラッシュ時間帯の列車運行本数の割合を乗じていること、さらに使用しているデータが若干古いことから年間旅客数には不確実性が存在する。また、この年間旅客数のデータは便益の大小を左右する重要な要因であり、見過ごすことができない。従って、不確実性の評価を行う。

(2) 費用

第 2 章で算出した費用には、義務化政策を実施するために必要となる費用（法整備費用や周知広報費用など）が含まれておらず、また、ここで用いた設置・保守費用は概算金額であるから、これらを考慮して不確実性の評価を行う。

(3) 各便益分析手法における 1 人当たり WTP

ダブルバウンド 2 項選択方式—生存分析及びレファレンダム 2 項選択方式—プロビット

モデル、いずれも統計的手法を採用しており、各パラメータは不確実性を持つ。CVMはその性質上、様々な側面からのバイアスがかかりやすく、そうした性質を踏まえてみても、各パラメータの不確実性を評価することが望ましいと考えるのが妥当であろう。また痴漢の減少率に対する不確実性も存在する。これら不確実性に伴う1人当たりWTPの不確実性について評価を行うこととする。

3.2.2. 中央線の年間旅客数の不確実性の感度分析

中央線の年間旅客数の不確実性の評価にあたり、年間旅客数が一様分布に従うとし、ある定められた区間内の値を等しい確率で取ることを仮定する。そして、その定められた区間の下限上限を年間旅客数の推計値の $\pm 10\%$ ²³と仮定して、不確実性を評価する。以上の仮定を踏まえたうえで、年間旅客数の幅は

2.0 億～2.5 億人

である。

3.2.3. 費用の不確実性の感度分析

費用は、上記年間旅客数と基本的に同じ仮定(一様分布、下限上限は推計値の $\pm 10\%$)において不確実性を評価する。この仮定のもと、費用の幅は、

2.4 億～3.0 億円

である。

3.2.4. WTP の不確実性の感度分析

ここでは、分析手法別に1人当たりWTPの不確実性の評価を行う。ダブルバウンド2項選択方式は標準誤差が非常に小さく、その意味においてWTPの不確実性が少ない手法である。しかし、アンケートに記載された仮想的状況に対する不確実性に対処することが出来ないという欠点が存在する。これに対してプロビット・ロジットモデルを利用したレファレンダム2項選択方式では、標準誤差が大きく不確実性は大きくなるもののダブルバウンド2項選択方式で対処できなかった仮想的状況に対する不確実性に対処することが出来る。言い換えるとダブルバウンド2項選択方式とレファレンダム2項選択方式は互いに感度分析を行う上で補完的な関係にあることになる。ここで行う感度分析も、ダブルバウンド2項選択方式で評価できない痴漢減少率の不確実性をレファレンダム2項選択方式で補う。他方でレファレンダム2項選択方式は極めて大きな標準誤差をもつため、ごく稀に直観に合わない結果が出てくることになる。そのような分析の不確実性をダブルバウンド2項選択方式で補い、二つの分析手法別の感度分析が互いに補完的な関係にあることに注意して頂きたい。

²³ 中央線と一般に競合路線とされる京王線及び西武新宿線の年間旅客数と中央線における推計値を比較した結果、数%の誤差しか観測されなかったため、下限値及び上限値において10%のズレを仮定することには一定の妥当性を見出すことができるとし、採用する。

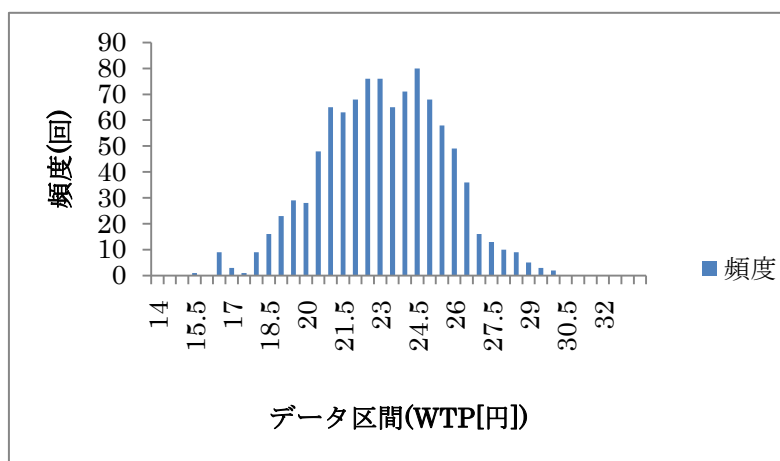
ダブルバウンド 2 項選択法式—生存分析の不確実性評価

今一度、本研究において用いられた累積分布関数であるワイブル関数の形状を提示しておく

$$F(y) = \exp[-(y/\alpha)^\beta]$$

前章では、この α 及び β を推計したが、当然 α 及び β は推計値であるので、そこには不確実性が存在する。この α 及び β が不偏性を有し、正規分布に従うと仮定し、 α 及び β の相関関係を考慮した上で、 $F(y) = 0.5$ となる時の y の値 (WTP 中央値) について 1000 回のシミュレーション (Monte・Carlo 分析) を行い、WTP の発生頻度を観察する。その結果が以下の図 3-1 である。

図 3-1 WTP 発生頻度 (ダブルバウンド)



行ったシミュレーションの分布の基本統計量を表 3-3 に示す。この結果、WTP は 95% 信頼区間で評価すると、概ね

$$\text{WTP} = 18 \sim 28 \text{ 円}$$

の範囲でおさまると言うことができる。従ってダブルバウンド 2 項選択方式では下限値をとっても WTP は正となる。

表 3-3 WTP(median)の分布の基本統計量

	平均	標準誤差	2.5%点	中央値	97.5%点
WTP(median)	22 円	2.46 円	18.1 円	22.9 円	27.7 円

レファレンダム 2 項選択方式—プロビットモデルの不確実性評価

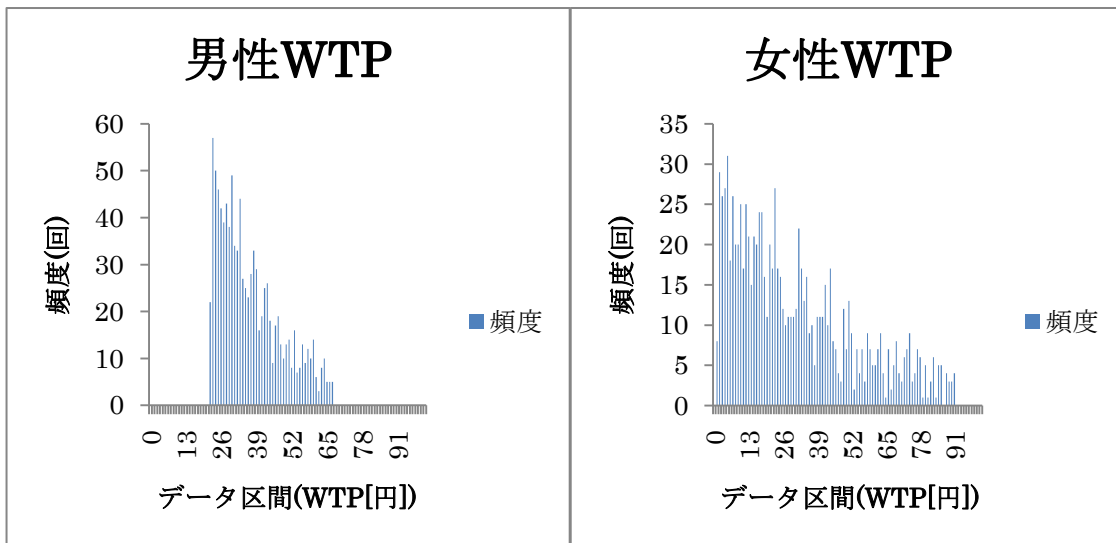
レファレンダム 2 項選択方式においても同様に 1000 回のシミュレーションを行う。ただしプロビットモデルでもロジットモデルでも得られる結論はほとんど変わらないので、ここではプロビットモデルに限定して行う。

①痴漢減少率の不確実性のみ考慮した場合

ダブルバウンド 2 項選択方式では、痴漢減少率が 50%から変動するときの WTP の不確実性を評価できなかった。ここでは、その欠点を補完する形でまず痴漢減少率が 10%から 90%間で一様分布に従うと仮定し変動させたときの WTP の発生頻度を観察する。前述のとおり、埼京線内で痴漢が 50%減少したという情報は新聞記事を基にしており、また埼京線に防犯カメラが導入されて以降まだ日も浅いので不確実性も大きい。従って本研究では痴漢の減少率に関しては大幅に変動させて、分析を行うことにする。

結果は以下の図 3-2 である。

図 3-2 男女別 WTP 発生頻度(レファレンダム)
～痴漢減少率のみを変動



行ったシミュレーションの分布の基本統計量を表 3-4 に示す。この結果、痴漢減少率を 10%から 90%間の一様分布で変動させたときの WTP は 95%信頼区間で評価すると、概ね

男性 WTP = 22～62.4 円, 女性 WTP=1.5～82.3 円

の範囲でおさまると言うことができる。従って、痴漢減少率のみを変動させた場合のレファレンダム 2 項選択方式では、男女問わず WTP は下限値をとったとしても正である。

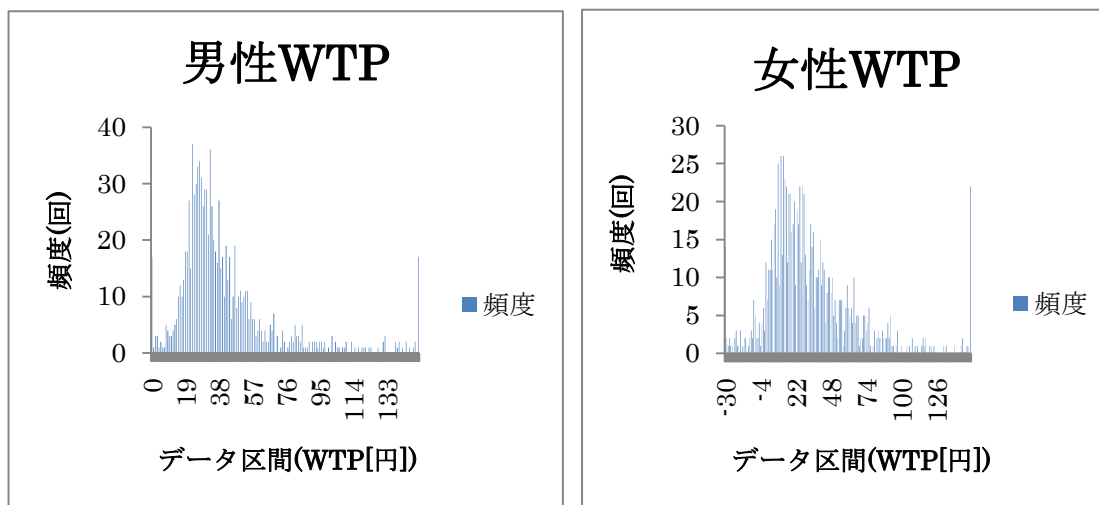
表 3-4 男女別 WTP (レファレンダム) ~痴漢減少率のみ変動

	平均	標準誤差	2.5%点	中央値	97.5%点
男性 WTP	36.3 円	11.6 円	22.0 円	33.1 円	62.4 円
女性 WTP	30.0 円	23.1 円	1.5 円	23.6 円	82.3 円

③ パラメータの不確実性と痴漢減少率の不確実性を考慮した場合

次に痴漢減少率の不確実性に加えて、パラメータの不確実性及び、パラメータ間の相関関係を考慮に入れた評価を行う。シミュレーションを 1000 回行った結果は以下の図 3-3 である。

図 3-3 男女別 WTP 発生頻度(レファレンダム)
~パラメータ及び痴漢減少率を変動



行ったシミュレーションの分布の基本統計量を表 3-5 に示す。この結果 WTP は 95%信頼区間で評価すると、概ね

男性 WTP = 4.1~139.4 円, 女性 WTP=-22.2~143.5 円

の範囲でおさまると言うことができる。従ってパラメータ及び痴漢減少率を変動させた場合のレファレンダム 2 項選択方式では、男性の WTP は下限値をとっても正となるが、女性の WTP は下限値をとると負になる。女性の場合、防犯カメラの痴漢抑止効果が小さくプライバシーコストが高ければ、WTP が負になる可能性がある。ここで標準誤差が不自然に大きくなっているのは、統計分析の不確実性に起因するものであり、本質的ではない。例えば、不確実性を考慮すると貨幣の限界効用が負になるなど極めて不自然なことが起こり得

る。

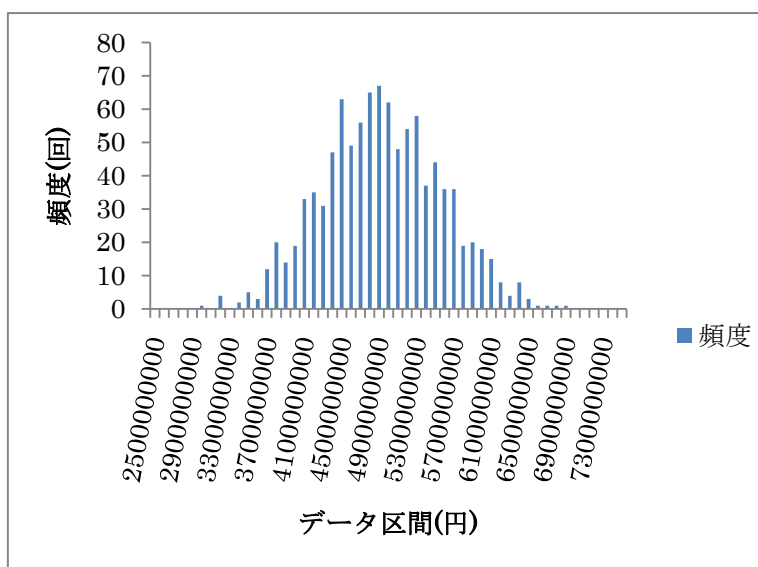
表 3-5 男女別 WTP (レファレンダム) ～パラメータ及び痴漢減少率を変動

	平均	標準誤差	2.5%点	中央値	97.5%点
男性 WTP	32.2 円	433.8 円	4.1 円	32.5 円	139.4 円
女性 WTP	37.1 円	307.2 円	-22.2 円	24.5 円	143.5 円

3.2.5. 純便益の感度分析(Monte・Carlo 分析)

以上の 3.2.2、3.2.3.及び 3.2.4.の評価を踏まえて、用いた便益手法ごとに純便益の発生確率を視覚的に示す。繰り返しの記述となるが、年間旅客数および費用については一様分布、及び下限・上限値として推計値の±10%を仮定し、分析モデルの各パラメータの推計値については、正規分布に従うこととし、各パラメータ間の相関関係を考慮して、WTP の発生頻度を導出した後、費用を引き、純便益の発生頻度を導出する。またレファレンダム 2 項選択方式の痴漢減少率については 10%から 90%間で一様分布に従うと仮定している。ダブルバウンド 2 項選択方式—生存分析における純便益の発生頻度は図 3-4 によって示される。

図 3-4 純便益発生頻度 (ダブルバウンド)



ダブルバウンド 2 項選択方式については、レファレンダムに比べ、WTP の評価区間の信頼性が高く、各パラメータの標準誤差が小さいため、正規分布に近い分布となっている。

次に、2 項選択(レファレンダム)方式について実施した感度分析を以下の図 3-5 並びに図 3-6 によって示す。

図 3-5 純便益発生頻度（レファレンダム）～痴漢減少率のみ変動

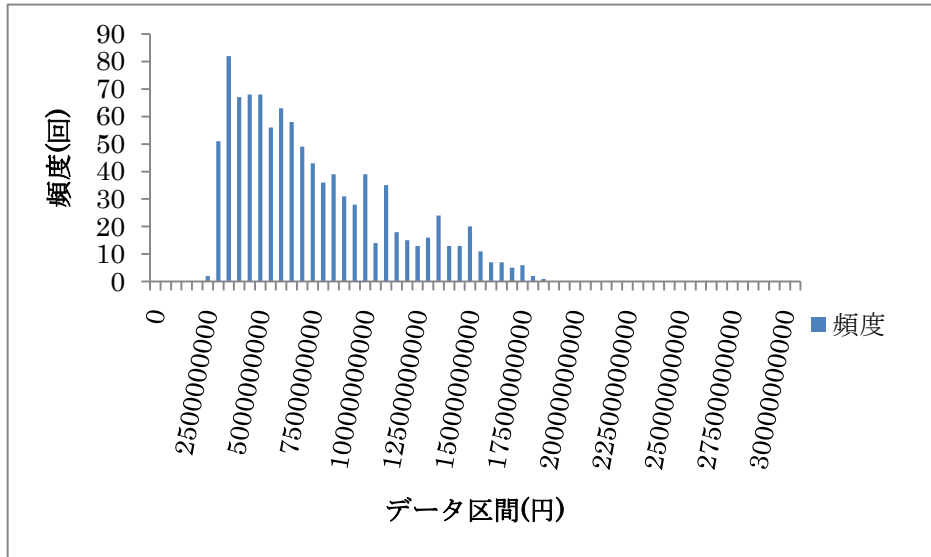


図 3-6 純便益発生頻度（レファレンダム）～パラメータ及び痴漢減少率を変動

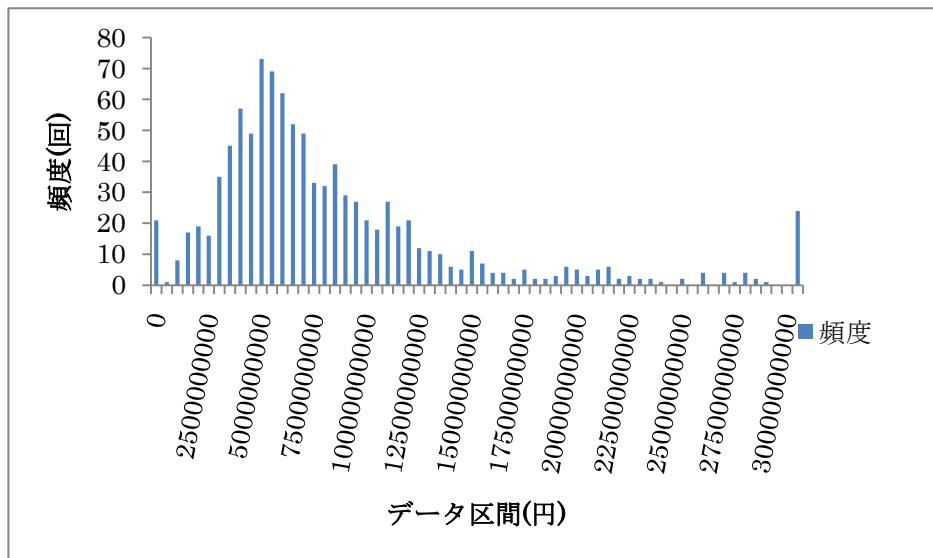


図 3-5 は痴漢減少率のみを変動させ、他のパラメータを固定した際の WTP に基づいて導出した純便益の発生頻度を示しており、本研究において前提となっている痴漢減少率 50% という仮定を変化させた際の純便益の幅を表す。一方、図 3-6 は全てのパラメータ及び痴漢減少率を変動させた際の純便益の発生頻度を示している。繰り返しとなるが図 3-4 と図 3-6 を比較して分かるように、プロビットモデルを利用したレファレンダム 2 項選択方式では各

パラメータの標準誤差が大きいため分析の不確実性が大きい。それゆえ純便益が負になっているところもあるが、それは分析手法の不確実性に起因するものであり本質的ではない。それは不自然に大きな純便益が発生していることも同様である。

視覚的に純便益の感度分析を観察したうえで、次に不確実性の範囲を数値化する。具体的には年間純便益から得られる確率分布のパーセンタイル点(95%信頼区間の下限・上限に相当)を求める。その求めた結果を表 3-6 に示した。

表 3-6 純便益の分布の基本統計量

	平均	2.5%点	中央値	97.5%点
ダブルバウンド	48.9 億円	3.6 億円	47.4 億円	60.4 億円
レファレンダム (痴漢減少率変動)	73.2 億円	28.2 億円	63.9 億円	156.1 億円
レファレンダム (パラメータ&痴漢減少率変動)	73.8 億円	8.0 億円	62.6 億円	285.9 億円

これらの分析から、不確実性を考慮した純便益は

ダブルバウンド：4～60 億円

レファレンダム(痴漢減少率変動)：28～156 億円

レファレンダム(パラメータ及び痴漢減少率変動)：8～286 億

の範囲にあるということが出来る。これらから、いずれの分析手法を参照しても 95%信頼区間の下限値の純便益は正ということができ、防犯カメラ設置することは費用便益の観点からは是認されるべきものであると言える。

4. 結論と今後の課題

4.1. 結論と政策提言

本研究の分析結果は次のように要約され、以下のようなインプリケーションが得られた。

- ① 防犯カメラを中央線に設置することによって、社会的純便益（年間）は
ダブルバウンド 2 項選択方式—生存分析：44.9 億円
レファレンダム 2 項選択方式—プロビットモデル：64.8 億円
と推計される。
- ② 2 つの分析手法で感度分析を行った結果、95%信頼区間の下限値はいずれも純便益が正となった。

通勤電車への防犯カメラ設置に関して、JR 中央線を例として費用便益分析を行ったところ、①のとおり正の純便益の発生が見込まれる結果となった。防犯カメラ設置を鉄道事業者に対して義務化するためには、政府における法整備費用や旅客への周知広報費用が必要になる。しかし、法整備費用については数値化が困難であるもののその値は無視できるほどの小さいものであると考えられ、また、広報費用については防犯カメラの設置キャンペーンを大規模に行うことは想定し難く、停車駅に貼付するポスターの製作費用程度であると考えられ、仮にそれらを含めて不確実性を考慮したとしても②の通り、社会的純便益は正となるという結論は変化しない。

【政策提言】

近年、痴漢被害や痴漢冤罪被害は深刻な社会問題の 1 つとなっている。しかし、鉄道事業者に電車内へ自主的な防犯カメラ設置を求めるのはインセンティブの観点から難しい（鉄道事業者にとってはトラブル処理が減少するといった程度の便益しか想定できない）。電車内は主要な痴漢発生場所となっているため、JR 中央線のような旅客需要の多い路線においては、電車内への防犯カメラ設置を義務化する政策の実現を本研究により提言したい。

4.2. 今後の課題

本研究に残された課題としては以下が挙げられる。

(1) データ制約による仮定等

公表されているデータに制約があるため、本研究では次のような推計や仮定によって不足するデータを補っている。

①JR 中央線の平日ラッシュ時間帯の年間旅客数推計

直接的なデータがないため、本研究独自の方法で推計している。また、推計に使っているデータがやや古いこと（『平成 12 年版 大都市交通センサス』を使用）から実際の旅客数との間に乖離が生じている可能性がある。

平日のラッシュ時間帯の旅客数のデータがないため、平日と休日の列車運行本数の比を算出して総旅客数に乗じることによって推計している。列車運行本数は旅客需要に合うように毎年 3 月に改正されているが、真の旅客数に必ずしも合致しているわけではない。従って、過大推計もしくは過小推計となっている可能性がある。

また、年間旅客数については、平成 16 年度から平成 19 年度にかけて増加傾向にあり、この傾向によれば、統計のない平成 20 年度、21 年度も増加している可能性がある。また、『大都市交通センサス』についても平成 12 年版のデータを使用したため、ラッシュ時間帯の現在の旅客数を正確には反映していない可能性がある。

②痴漢発生件数

アンケートでは、JR 中央線の痴漢発生件数（2004 年：309 件）や防犯カメラを先行導入した JR 埼京線における痴漢減少率（前年同月比で半減）のデータをあらかじめ提示している。しかし、前者については、警察が把握している件数をそのまま使っており、被害者の泣き寝入りなどの件数は考慮していない。また、後者については、防犯カメラ導入による痴漢発生減少に関する公式なデータは本研究発表時点（2011 年 2 月 11 日）で公表されておらず、前述した 2010 年 4 月の報道を基にしているため、十分なデータであるとは言い切れない。

③アンケートサンプル数の不足

CVM において一般的に必要なとされる 300 に満たない。

(2) アンケートの設問上の課題等

①ダブルバウンド 2 項選択方式

WTP の下限値を 0 円と仮定している問題がある。この仮定によって便益を過大に評価している可能性がある。つまり、プライバシーコストが十分に大きければ WTP が負の値とな

ることも考えられるので、アンケートにおいて、負の金額を含んだ提示額のバリエーション（「-30円」など）を用意すれば、こうした限界は克服されることが考えられる。

②レファレンダム 2 項選択方式

除外変数（Omitted variable）の存在がある。例えば、盗み、スリの減少など防犯カメラのほかの便益を考慮していないという点である。アンケートを取る際に、特にレファレンダム 2 項選択方式のアンケートでは、防犯カメラの効用として痴漢犯罪抑止効果に焦点を当てた。このため回答者は、防犯カメラの他の効用、例えばスリなど他犯罪の減少や、喧嘩の証拠として活用される可能性など、についてはあまり考慮せずに回答したものと考えられる。これにより、効用関数で除外変数が存在している可能性がある。

また、レファレンダム 2 項選択方式では回答者の拘束時間を削減するため、仮想的状況の提示を最小限にとどめたので上記(1)の問題は拡大する可能性がある。

(3) 義務化関連費用の未計上

本研究では、JR 中央線の全車両に防犯カメラを設置した場合の設置・保守費用を総費用として計上しており、義務化政策を実行するために必要となる費用（法整備費用や周知広報費用など）は計上していない。その理由は、①これらの費用の推計が困難であること、②設置・保守費用と比べて極めて小規模になると推測できること、であるが、より正確な分析を行うためにはこれらの費用も計上する必要がある。

上記のように本研究にはいくつかの課題が残されているが、データ制約とアンケート設問上の課題を解決することができればこれらを改善することができる。痴漢犯罪の減少のための他の有効な手段が考えにくい現状、本政策の是非を判断するためのデータの蓄積と正確なデータによる分析がなされることが望まれる。

謝辞

本研究に当たり、終始適切な助言を賜り、また丁寧に指導して下さった東京大学公共政策大学院教授、金本良嗣先生に感謝の意を表します。

調査の実施及び分析やデータ収集において、徳永崇氏（警察庁）、日原勝也氏（東京大学特任教授）にはひとかたならぬお世話になりました。ありがとうございました。

また同授業の仲間や、自習室のメンバーは常に議論に参加してくれ、精神的にも支えられ、多くの刺激と示唆を得ることができました。データの構築の仕方や、Excel や STATA の使用法まで皆の支援があり本研究は完成しました。本当にありがとうございます。

そして、本研究の趣旨を理解し快く協力して頂いた、多くのアンケート回答者の皆様に心から感謝します。本当にありがとうございました。

参考文献

- 伊多波良雄『公共政策のための政策評価手法』中央経済社，2009
- 栗山浩一『公共事業と環境の価値 CVM ガイドブック』築地書館，1997
- 東京大学・空間情報科学研究センター『駅空間マーケティングのための移動者の同社の空間行・動計測と分析』
- 『平成 21 年版 都市交通年報』，財団法人運輸政策研究機構，2010
- 『平成 12 年版 大都市交通センサス』，財団法人運輸政策研究機構，2002
- 「JR 旅客会社の車両配置表」『鉄道ファン』No.591、2010.7、交友社
- 朝日新聞(<http://www.asahi.com/national/update/0411/TKY201004100375.html>) 2010 年 4 月 11 日 3 時 0 分
- Jeffrey M. Wooldridge., *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, 2005.
- Timothy McDaniels, Reference Pints, *Loss Aversion, and Contingent Values for Auto Safety*, 1992
- Don L.Coursey, John J.Hovis, and William D.Schulze, *The Disparity between Willingness to Accept and Willingness to Pay Measures of Value*, 1987
- Jason F.Shogren, Seung Y.Shin, Dermot J.Hayes, and James B.Kliebenstein, *Resolving the Differences in Willingness to Pay and Willingness to Accept*, 1994
- Wiktor L.Adamovicz, Vinay Bhardwaj, and Bruce McNab, *Experiments on the Difference between Willingness to Pay and Willingness to Accept*, 1993
- Anthony E.Boardman, David H.Greenberg, Aidan R.Vining, and David L.Weimer, *Cost-Benefit Analysis: Concept and Practice*, 2010