

鉄道利用者の事故予防対策実施に伴う運行停止時間の許容の程度

鏑木 俊暁* 宮地 由芽子*

**Railway User's Acceptable Degree of Service Shutdown Time Associated
with the Implementation of Accident Prevention Measure**

Toshiaki KABURAGI Yumeko MIYACHI

In carrying out the risk management in the railway field, it is necessary to understand their risk perception for sharing information with the railway user. Therefore, we investigated the acceptable degree of service shutdown time for each of the two kinds of railway accident prevention measures: the one to decrease the number of passengers involved in the accident by half, and the other to decrease it to zero. We carried out two kinds of investigations, namely the one about the whole railway accident and the other about each hazard. As a result, the acceptable degree was found to vary depending on the size of the city and region.

キーワード：鉄道利用者，事故予防対策，運行停止時間，ゼロリスク効果，地域差

1. はじめに

事業活動を行う上で存在する様々なリスクに対して、事前にどのようなリスクが存在するのかを特定、評価して、そのリスクが悪影響を及ぼすものであれば対策を実施することを「リスクマネジメント」と言う。近年、リスクマネジメントの国際規格 ISO31000 が発行され、マネジメントプロセスの全ての段階で、組織内部だけではなく、外部とのコミュニケーションや協議の実施が望まれている。ただし、リスクに関する判断は科学的合理性によってのみ実施されるわけではない。そのため、コミュニケーションや協議の実施にあたっては、まずは、リスクに対する認知（価値観、ニーズ、前提、概念および関心事）を把握することが必要である¹⁾。

そこで、我々は、一般社会が考えるリスクに対する認知を把握するため、関連文献の調査結果から社会のリスク認知を、①関心事（危険内容）の認知、②工学的なリスクに対応した見積もり、③危険性の認知、④対策やその実施機関に対する認知といった4つの側面に分類し、それぞれの側面に関する調査研究を実施している^{2) - 5)}。このうち、本報告では、④に関連して対策実施への要求レベルを把握するため、事故予防対策実施のための運行停止の許容時間の限界について調べたので、その手続きと結果を報告する。

2. 対策実施への要求レベルの調査方法

一般に、「市民はわずかなリスクに対しても不安を感

* 人間科学研究部 安全性解析研究室

じ、リスクが除かれた状態（ゼロリスク）を望む」と言われている⁶⁾。また、複数の原因について、不安の程度とゼロリスクへの要求に関する先行研究^{6) 7)}では、鉄道を含む交通事故は、比較的不安は小さいが、ゼロリスクに対する要求レベルが高い傾向がみられている。ただし、先行研究^{6) 7)}では「リスクがゼロになることをどの程度望むか」を聞いており、リスクをゼロにするために生じる負担は明示されていない。しかし、実際には、対策を実施するための費用の負担などが生じるため、安全性とその実現にかかる負担のトレードオフを考慮した場合には判断が異なる可能性がある。

一方、対策の評価は、仮想評価法（Contingent Valuation Method）を用いて特定の対策に支払っても良い対価（Willingness to Pay. 以下、「WTP」）を求める方法が様々な分野に適用されている^{8) - 12)}。例えば、架空の災害による予想死者数を同じ差の間隔で4段階用意し、それを一斉提示した場合、WTPは死者数をゼロにするとした条件時に高い値となり、ゼロリスクに対する要求が高い傾向（以下、「ゼロリスク効果」）がみられた⁸⁾。また、同じ犠牲者を出す対策であっても、技術的に将来はゼロリスクを実現し得る条件の方が高WTPになるかどうかを調べた研究では、自然災害についてはWTPが高くなり、ゼロリスクに対する要求が高いことが示唆されている⁶⁾。ただし、鉄道等の公共交通の対策コストは利用者の運賃・料金の増加に直結するとは限らない。

そこで、本報告では、リスク低減というメリットを得るために利用者に掛かる負担として、事故予防対策が実施されるまでに許容できる運行停止時間を用いて、対策の要求レベルを調査した。

また、調査では、鉄道におけるゼロリスク要求の高い傾向が見られるかどうかを調べるため、「事故や遅延にあう人がゼロになる対策（以下、ゼロ対策）」と「事故や遅延にあう人が半分に減る対策（半減対策）」の2つの対策条件を設定した。設定した2条件は、言い換えると、「ゼロ対策」は「半減対策」に比べて事故や遅延にあわなくなる人が2倍になっている。そこで、本研究では、リスク低減というメリット（対策効果）が2倍になれば、これらの対策が実施できるまでに許容できる負担も2倍になると仮定した。しかし、ゼロリスクに対する要求が高ければ、この比が2倍以上になるかもしれない。つまり、「対策効果は2倍しか変わらないが、ゼロ対策のためなら、2倍以上の時間を許容できる」という傾向、すなわち「ゼロリスク効果」がみられるかもしれない。そこで、ここでは、ゼロ対策の許容時間が半減対策の2倍以上になった場合を「ゼロリスク効果あり」と定義し、ゼロリスクに対する要求の高さを確認した。

3. 「鉄道事故」に対するゼロリスク効果

3.1 調査方法

調査は大都市2箇所、中核都市2箇所の計4都市で行った。大都市調査^{2) 3) 5)}は、東京都内全域と大阪府内全域を対象としたインターネット調査を実施した。一方、中核都市調査⁵⁾は、関東圏から宇都宮市、関西圏から和歌山市を対象とし、鉄道駅に近く、鉄道利用者の多い地区を対象として、個別配布調査を実施した。これらの調査手続きを表1に示す。

各調査は、鉄道の事故にあう可能性や被害の程度などのリスク認知に関する調査であり、その中で、「よく利用する交通機関で、事故にあう人が半分（ゼロ）に減る対策を検討しているが、対策の実施には時間がかかる。対策のための運行停止について、あなたの許容の限界はどのくらいか」の設問に対する回答を求めた。調査で用いた選択肢を表2に示す。

各調査の回収データ数は、大都市6,284、中核都市1,439であった。ただし、ここでは鉄道利用者のリスク認知を把握するため、調査票の中で「ふだんの移動でよく利用する交通機関」の間に対して、「鉄道」を選択した回答者のデータのみを抽出し、分析対象とした。その結果、大都市3,588、中核都市288が分析対象データとなった。なお、無回答は設問毎に分析から除外した。

3.2 調査結果

各調査において、半減対策の許容の程度とゼロ対策の許容の程度を比較した結果を図1に示す。なお、データの分析では、各選択肢を時間単位（表2）に換算した。

(1) 大都市におけるゼロリスク効果

大都市では、半減対策よりもゼロ対策の方が許容時間は長く、その差は有意であった。ただし、ゼロ対策は半減対策の約1.8倍であり、ゼロリスク効果はみられなかった。

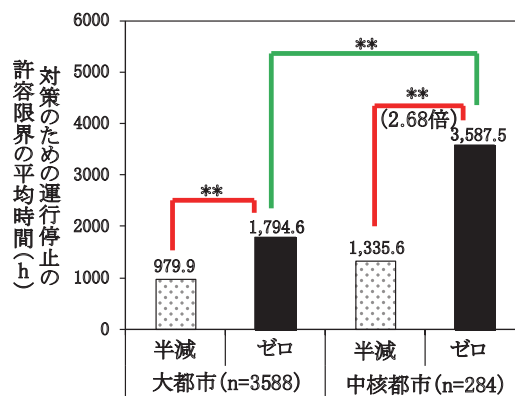
表1 「鉄道事故」に対する調査の手続き

都市規模	大都市	中核都市
地域	東京都、大阪府	宇都宮市、和歌山市
手続き	調査会社の登録モニタ（20～59歳男女）のうち、通勤通学の機会がある定期券の保有者を対象にインターネット調査を実施した。	回答者には後日謝礼（500円分図書カード）を郵送する条件で、5000世帯に調査票に配布し、郵送回収した。
期間	2011年1月	2011年6～7月
回収数	6,284 (東京:3,190、大阪:3,094)	1,439 (宇都宮:669、和歌山:770)
分析対象数	3,588 (東京:1,934、大阪:1,654)	288 (宇都宮:94、和歌山:194)

注) 大都市対象のインターネット調査では登録モニターの年齢が20～59歳に限定されているが、中核都市の回答者の年齢には制限がなく、10歳代～80歳代までが含まれている。

表2 対策評価の尺度

選択肢	対策が実施できるまでに許容できる運行停止時間	換算時間 (h)
1	15分以内	0.25
2	1時間以内	1
3	数時間以内	2.5
4	1日	24
5	数日	60
6	1カ月	720
7	2～3カ月	1800
8	半年	4320
9	1年	8760
10	数年	21900



注1) 対策間が2倍以上のみ倍率を示す

注2) 赤線(**)は対策条件間で平均の差のt検定の結果、その差が5%水準で有意な場合を示す

注3) 緑線(**)は都市間で平均の差のt検定の結果、その差が5%水準で有意な場合を示す

図1 対策評価の都市間比較

(2) 中核都市でのゼロリスク効果

中核都市では、半減対策よりもゼロ対策の方が許容時間は長く、その差は有意であった。さらに、ゼロ対策は半減対策の約 2.7 倍でゼロリスク効果がみられた。

(3) 都市の規模の比較

半減対策とゼロ対策について、それぞれ、大都市と中核都市の平均時間を比較すると、ゼロ対策において、有意差がみられ、大都市よりも中核都市の方が、有意に運行停止の許容時間を長く見積ることがわかった。

3.3 考察

都市間の比較により、大都市よりも中核都市の方が、運行停止の許容時間が長かった。これは、代替交通機関としての、自動車の利用が影響していると考えられる。他の公共交通機関で代替とする場合、馴染みのなさや乗り換え等の不便さが発生する可能性があるが、自動車であれば自宅から目的地まで Door To Door の移動が可能である。大都市では公共交通が発達し、ふだんの移動での利用は少ないが、中核都市ではそもそも自動車の利用が多く、鉄道が運行停止してもデメリットが少ないため、運行停止の許容時間が長くなったと考えられる。

ただし、大都市での調査と中核都市での調査は共に、関東圏と関西圏が対象となっており、これら以外の地域では、異なる結果となる可能性がある。また、調査法も異なるため、その影響を受けている可能性もある。一方、ここでの調査では「事故にあう人を減らす対策」としか設問で明示しておらず、回答者が何の事故に対する対策をイメージしているかは不明である。しかし、実際は鉄道の事故や遅延を招く原因は複数存在し、原因毎にゼロリスクに対する要求レベルが異なる可能性がある。

そこで、これらを確認するため、関東と関西以外の地域も対象としたインターネット調査を実施し、鉄道の事故や遅延発生に係る原因別に、これらの予防対策が実施できるまでに許容できる運行停止時間を調査した。

4. 輸送障害や事故の原因項目別のゼロリスク効果

4.1 調査方法

2012 年 8 月下旬～10 月上旬に 8 地域（北海道、東京都、新潟県、長野県、愛知県、大阪府、広島県、福岡県）を対象としたインターネット調査を実施した。調査会社の登録モニタ（20～59 歳男性）のうち、定期券の保有者で「この 1 年間に 30 分以上の運行停止・遅延を経験」した人を対象にした。

調査は、輸送障害や鉄道の事故にあう可能性や被害の程度などのリスク認知の調査の一環として行った。ここで、鉄道の事故や輸送障害の発生に係る原因項目（表

3）に対して、「以下の原因に該当する事故や遅延（30 分以上の運行停止・遅延）にあう人が半分（ゼロ）に減る対策を検討しているとします。対策実施には時間がかかりますが、対策のための運行停止について、あなたの我慢の限界はどのくらいか」の回答を求めた。選択肢は前述 3 章の調査（表 2）と同一である。なお、原因項目は、一般社会の鉄道リスクの関心内容と現在の事故報告書の原因分類項目を合わせて整理した鉄道事故の発生に係る原因事象（49 項目）⁴⁾ から主な 37 件を抜粋したものである。

表 3 輸送障害や事故の原因項目

分類	内容
自然災害	風雨や台風
	雪
	濃霧
	地震
	落葉・倒木及び落石
施設関連	動物の線路内進入
	線路や橋などの構造物の不具合
	信号設備の不具合
	架線などの電気設備の不具合
列車関連	遮断機故障など
	列車衝突及び列車脱線
	列車火災
	車両の故障・不具合
	列車の急ブレーキ
	運転士のミス
	車掌のミス
	駅員のミス
	保守係員のミス
	運行管理者のミス
駅構内・ホーム関連	駅ホームでの乗客同士または乗客と駅員間のトラブル
	不審者のトラブル
	エスカレータや階段の駆け上がり、下り
	通過列車の列車風
	ホームの幅が狭い
	ホームドアや転落防止柵がない
地域・沿線関連	ホーム転落
	鉄道係員の線路内立ち入り
	旅客の線路内立ち入り
	自動車の踏切での直前横断
	自動車の踏切での滞留・落輪
	歩行者や自転車・シニアカーの踏切の直前横断
	歩行者や自転車・シニアカーの踏切での滞留・落輪
	鉄道マニアの無理な撮影
	置き石や障害物
	沿線火災
その他	旅客の自殺
	テロ

表 4 輸送障害や事故の原因項目別の調査のデータ数

地域	回収データ数	分析対象データ数
北海道	335	308
東京都	337	337
新潟県	93	84
長野県	85	80
愛知県	337	328
大阪府	339	336
広島県	261	248
福岡県	359	347
計	2,146	2,068

各地域の回収データ数および分析対象データ数を表4示す。ここでは、日常的に鉄道を利用している人を調査対象とするため、「定期券を保有している」ことを調査対象の回答条件としたが、調査の中で、鉄道の利用頻度を問う設問を用意したところ、鉄道の利用頻度が少ない者も含まれていた。そこで、当該設問において鉄道の利用頻度が「ほぼ毎日」あるいは「週2～3回程度」と回答した者のデータのみ抽出し、2,068件を分析対象データとした。

4.2 調査結果

(1) 各地域におけるゼロリスク効果

地域毎に、半減対策の許容の程度とゼロ対策の許容の程度を比較した。その結果を図2～9に示す。

これらの結果、ゼロリスク効果がみられたのは、東京都、新潟県および大阪府の一部の原因項目についてであり、3つの地域に共通してゼロリスク効果がみられた原因項目は、「鉄道マニアの無理な撮影」のみであった。また、新潟県と大阪府で共通してゼロリスク効果がみられた原因項目の分類は、地域・沿線関連と駅構内・ホーム関連の一部であった。なお、列車関連の原因項目は、大阪府についてのみゼロリスク効果がみられた。

(2) 地域による比較

半減対策とゼロ対策のそれぞれについて、地域毎で許容の程度に違いがあるかを比較した。

半減対策では、「ホームドアや転落防止柵がない」という原因項目のみ有意差がみられ、東京都は広島県よ

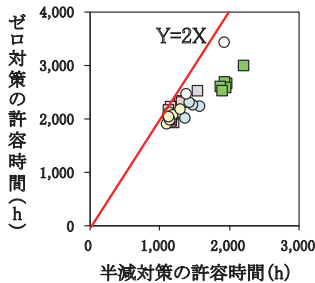


図2 原因項目別の半減対策とゼロ対策の比較（北海道）

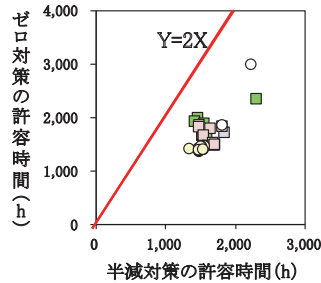


図3 原因項目別の半減対策とゼロ対策の比較（長野県）

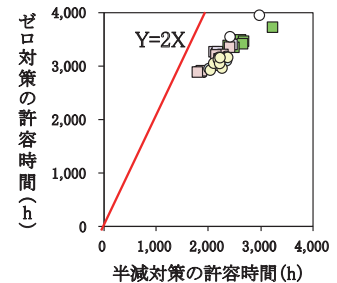


図4 原因項目別の半減対策とゼロ対策の比較（愛知県）

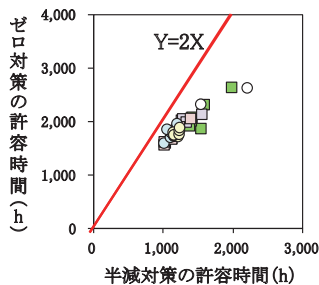


図5 原因項目別の半減対策とゼロ対策の比較（広島県）

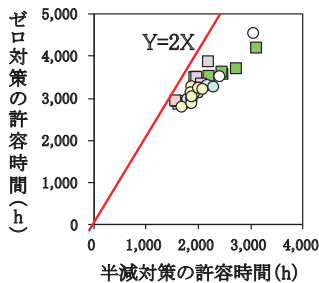


図6 原因項目別の半減対策とゼロ対策の比較（福岡県）

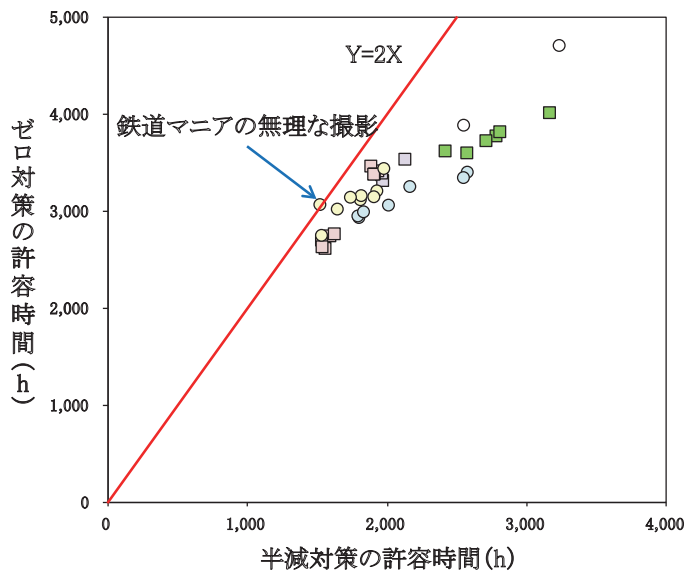


図7 原因項目別の半減対策とゼロ対策の比較（東京都）

- : 自然災害
- : 施設関連
- : 列車関連
- : 駅構内・ホーム関連
- : 地域・沿線関連
- : その他

注1) 赤い線 (Y=2X) より上が「ゼロリスク効果あり」

注2) ゼロリスク効果がみられた場合のみ、原因項目の凡例を記載した(図7)

注3) マーカーの色は表3の分類に対応させた

りも運行停止の許容時間を長く見積ることがわかった(図10)。

一方、ゼロ対策では、「濃霧」と「テロ」の2つのみ

有意差がみられ、いずれの原因においても、東京都は広島県よりも運行停止の許容時間を長く見積ることがわかった(図11, 図12)。

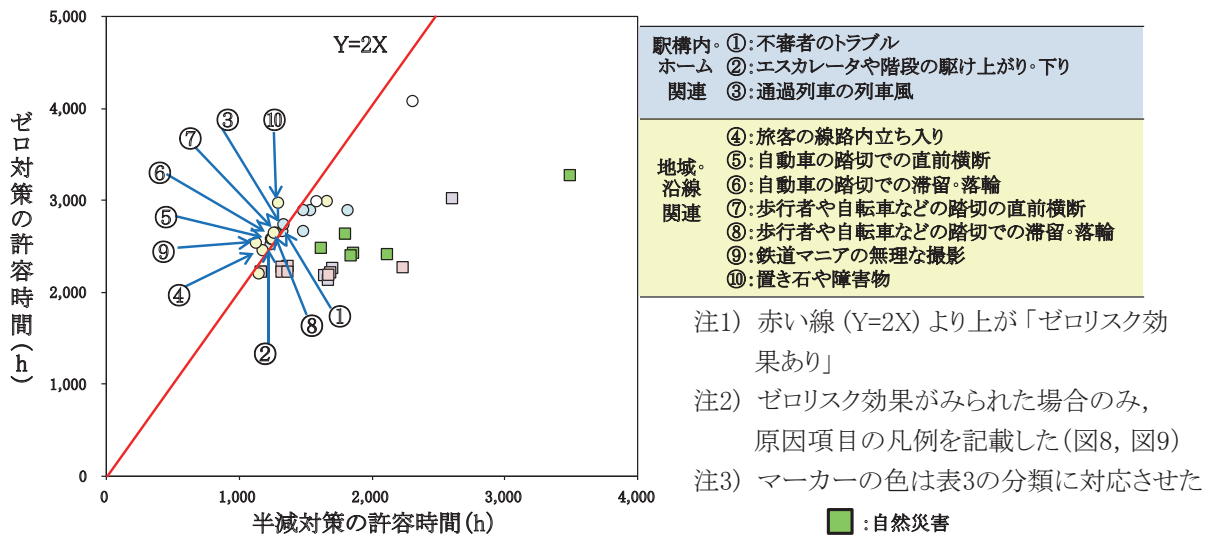


図8 原因項目別の半減対策とゼロ対策の比較 (新潟県)

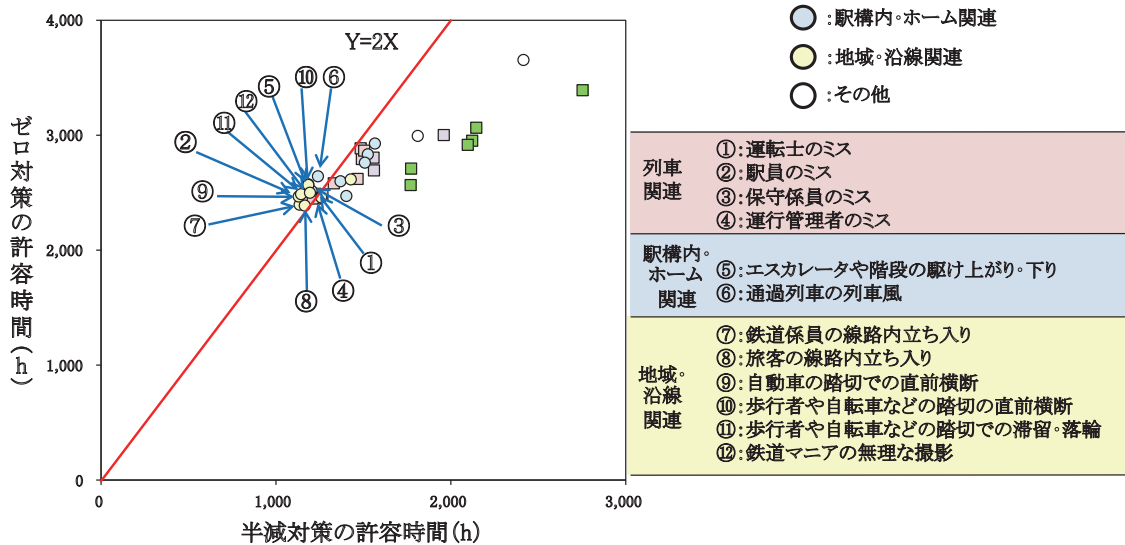


図9 原因項目別の半減対策とゼロ対策の比較 (大阪府)

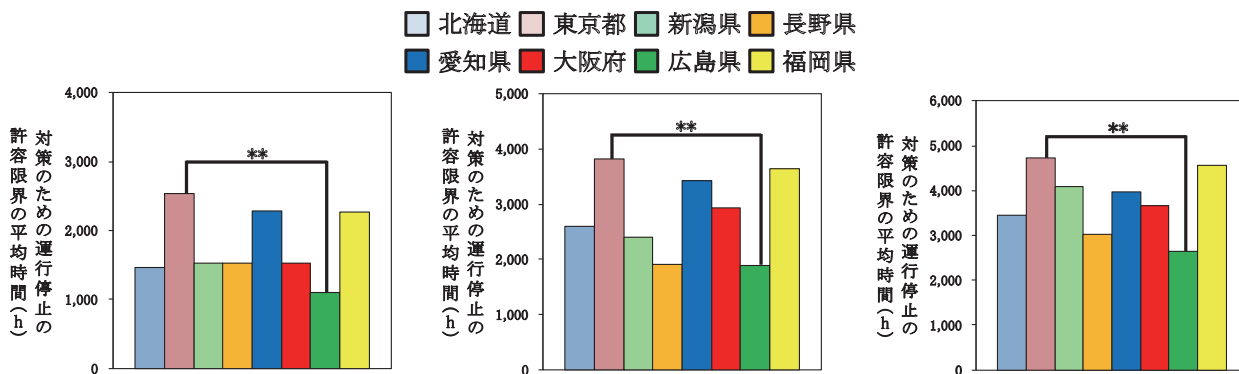


図10 半減対策の地域比較 (ホームドアや転落防止柵がない)

図11 ゼロ対策の地域比較 (濃霧)

図12 ゼロ対策の地域比較 (テロ)

注) 黒線(**)は都道府県間で平均の差のt検定の結果、その差が5%水準で有意な場合を示す(図10~12)

4.3 考察

調査の結果、ゼロリスク効果は全地域、全原因ではなかったものの、個別地域におけるいくつかの個別原因について確認できた。「鉄道マニアの無理な撮影」については東京都、新潟県および大阪府の3地域に居住する回答者において、駅構内・ホームや地域・沿線に関連した原因項目については新潟県と大阪府の2地域に居住する回答者において、列車関連（特に鉄道係員のミス）の原因項目については大阪府に居住する回答者においてゼロリスク効果が確認できた。つまり、これらの地域では、こうした原因項目に対するゼロリスク要求が高いことが推察される。ただし、この違いは、各地域で実際に発生した事故や輸送障害事象やそれらに対するマスコミ等による報道の内容や頻度の違いによるものである可能性がある。

一方、原因項目に対する事故予防対策が実施できるまでに許容できる運行停止時間は、「鉄道事故」と一括りで回答を求めた場合（前述3章）と逆の結果が得られた。これは、対策要求のレベルは原因項目によって違いがあったものの、「鉄道事故」と一括りで問うと、これが相殺され、不明瞭な結果になっていたことが推察される。これは、ゼロリスク効果の検証においても同様であり、本調査で実施したように具体的な原因項目を提示して回答を求めることにより、どんな原因についてゼロリスク要求が高いのか明確に把握することが可能となったものである。

これらの結果から、一般の人々は、鉄道事故の防止について、原因によって異なる認識を持っており、それらを個別に把握する必要があることが示唆された。

5. まとめ

本報告では、鉄道の安全性と運行停止のトレードオフについて、「鉄道事故」と一括りにした場合と、原因を具体的に提示した場合のそれぞれについて地域別の比較分析を行った。その主な結果を以下に示す。

- (1) 一般の人は、鉄道事故の防止について、原因の内容によって異なる認識を持っており、その違いは、居住する地域によって異なる点がある。
- (2) 鉄道の安全性と運行停止のトレードオフの具体的な内容や地域の特徴を把握するためには、「鉄道事故」と一括りに問うのではなく、本調査のように原因を細分化して問うことが有効である。

6. おわりに

本報告では、鉄道の安全性と運行停止のトレードオフについて地域別の比較分析を行い、このための方法として原因を細分化して問うことの有効性を確認した。ここでは、地域比較のみ言及したが、他の属性（回答者の年齢、リスクの見積りの違い）について、さらに分析を行い、検証を重ねていく所存である。

文献

- 1) リスクマネジメント規格活用検討会（編著）：ISO31000:2009 リスクマネジメント 解説と適用ガイド，財団法人日本規格協会，2010
- 2) 宮地由芽子，羽山和紀，畠山直，鏑木俊暁：社会的認知をふまえたリスクマネジメント（1），日本信頼性学会第19回春季信頼性シンポジウム，pp.11-14，2011
- 3) 宮地由芽子：リスクと事故対策に対する認知の性差・地域差—社会的認知をふまえたリスクマネジメント（2），産業・組織心理学会第27回大会論文集，pp.125-130，2011
- 4) 宮地由芽子，畠山直：鉄道の輸送障害・事故に対するリスク認知の構造，日本リスク研究学会第24回年次大会講演論文集，Vol.24，pp.68-73，2011
- 5) 鏑木俊暁，宮地由芽子：鉄道の事故に対するゼロリスク効果，日本リスク研究学会第25回年次大会講演論文集，Vol.25，pp.80-83，2012
- 6) 中谷内一也：ゼロリスク要求についての領域分類：認知的特性の探索的研究，社会心理学研究，Vol.17，No.2，pp.63-72，2002
- 7) 中谷内一也，島田貴仁：日本人の原因への不安とその提言，日本リスク研究会学会誌，Vol.20，No.2，pp.125-133，2010
- 8) 中谷内一也：ゼロリスク達成の価値におよぼすリスク削減プロセスとフレーミングの効果，社会心理学研究，Vol.14，No.2，pp.69-77，1998
- 9) 加藤尊秋：原子力発電リスクによる心理的負担の計測：震災と住民参加型原子力防災を考慮して，環境科学学会一般講演・シンポジウム・プログラム，pp.158-159，2009
- 10) 竹下広宣，大南絢一：ナノテク日焼け止めクリームに対する消費者評価，日本リスク研究学会年次大会講演論文集，Vol.21，pp.305-310，2009
- 11) David A. Hensher, John M. Rose, Juan de Dios Ortuzar, Luis I. Rizzi: Estimating the willingness to pay and value of risk reduction for car occupants in the road environment, Transportation Research, Part A, No.43, pp.692-707, 2009.
- 12) 金子正洋，中州啓太，尾崎雄太：道路対策による事故削減効果の算出手法の検討，国土技術政策総合研究所資料，No.624，pp.58-59，2011