

災害時の交通マネジメントの 経済被害抑制効果に関する研究 —平成30年7月豪雨の広島～呉間の 交通を対象として—

赤木 大介¹・神田 佑亮²・富永 凌太郎³・重光 裕介⁴・藤原 章正⁵

¹学生会員 呉工業高等専門学校専攻科（〒737-0004 広島県呉市阿賀南 2-2-11）
E-mail: s18-hyzn@kure.kosen-ac.jp

²正会員 呉工業高等専門学校環境都市工学分野教授（〒737-0004 広島県呉市阿賀南2-2-11）
E-mail: y-kanda@kure-nct.ac.jp

³正会員 呉工業高等専門学校環境都市工学科（〒737-0004 広島県呉市阿賀南2-2-11）
E-mail: C14-qdfz@sd.kure-nct.ac.jp

⁴学生会員 呉工業高等専門学校専攻科（〒737-0004 広島県呉市阿賀南2-2-11）
E-mail: s18-yfdh@kure.kosen-ac.jp

⁵正会員 広島大学大学院国際協力研究科教授（〒739-8529 広島県東広島市1-5-1）
E-mail: afujiw@hiroshima-u.ac.jp

近年、我が国では異常気象や災害の発生数が増加傾向にある。昨年には、「平成30年7月豪雨」が西日本を襲い、交通網が麻痺した。それにより、通勤や物流等の企業活動の動きが途絶え、相当額の経済被害が発生したと考えられる。本研究では、「平成30年7月豪雨」に講じられた交通マネジメント施策によって抑制された交通途絶の経済被害抑制効果について、道路事業の便益分析に用いられる手法を参考にしつつ明らかにすることを目的とする。結果として、現時点で保有するデータのみでも約60億円もの経済被害を抑制することが推計された。災害時の交通計画において、交通マネジメント施策を迅速にかつ大胆に講じることが、経済効果をもたらすということが示唆された。

Key Words : *disaster, traffic management, economical benefit analysis*

1. 背景・目的

近年、我が国では異常気象や災害の発生数が増加傾向にある。平成30年7月には未曾有の豪雨災害である「平成30年7月豪雨」が西日本を襲い、土砂崩れや道路崩壊により交通網や電気等のインフラが麻痺し多大な被害を受け、現在でも復旧作業が行われている。また、この災害において観測された雨量が、平成30年7月5日から7月7日にかけての雨量が、広島市では417.0mm、呉市では436.0mmと過去最大レベルの雨量となった。具体的な被害としては、死者227名、行方不明者10名、負傷者が400名を超えたことや、全壊や半壊した住宅が4万棟を超えたことなどが挙げられる。また交通網の被害を見ると、道路崩壊などにより国道2号、31号、54号などの、

我が国の骨格をなす幹線国道が長期にわたり通行止めとなった。また、豪雨により、山陽自動車道や中国自動車道などの高速道路も通行止めとなり、とりわけ広島呉道路は約4ヶ月間通行止めとなり、自動車交通網は麻痺した。公共交通機関に関しては、山陽本線は広島駅から海田市駅間以外は全便運休、呉線では線路内に土砂や岩石などが入り、約3ヶ月の間運休となった。これにより広島から呉への交通網は完全に麻痺し、人々の移動手段に大きな影響が出た。この災害による直接被害額は、最大で約9千億円から約1兆7千億円と推計されているが、通勤や物流等の企業活動の動きが途絶えることにより、相当額の経済被害（間接被害）が発生したのは間違いないものと推察される。

この交通障害に対し、広島～呉間では全国初の「災害

時BRT」の導入をはじめとした災害後の交通システム確保施策が講じられた。それによって公共交通サービスが確保され、通勤が可能となり、活動困難者が目的地まで移動できるようになったため、企業活動が徐々に再開した。また、渋滞緩和などによる所要時間の短縮や利用者増加など、経済損失の抑制だけでなく、多大な経済効果も発生していると考えられる。

しかし、施策による費用負担が問題となっているのも事実である。今回の災害では、7/24(火)に激甚災害に指定されたため、住宅や道路復旧などのハード面での被害に係る復旧費用はそのほとんどが補助の対象となるが、施策を運用するためのソフト面の費用には適用されない。この背景として、制度的な課題があるものと考えられるが、この議論において、災害時の適切な交通マネジメントが、多大な経済被害抑制効果、換言すれば、経済効果が明らかとなっていないため、災害時に必要となるダイナミックな施策導入の判断にも影響する可能性が否めない。したがって、災害時に有効かつ迅速に交通マネジメント施策が講じられるためには、それが便益や経済損失の抑制においてどれだけ有効かという理解を深め、今後の災害時の交通マネジメントの位置付けをはっきりと示さなければならない。

そこで、本研究では、上記の課題に対応するため、災害時に講じられた交通マネジメント施策の経済効果について明らかにする。具体的には、災害時の交通計画において様々な施策がどのように交通に影響したのかを各交通機関から収集・整理し、変化をまとめ、そこから経済損失の抑制評価を道路の事業評価等で用いられる費用便益分析での便益産出のアプローチも参考にしつつ、算出する。なお、本研究で求める災害時の交通マネジメントによる経済被害抑制効果(便益)は、現在保有しているデータからの推計となる。経済被害抑制効果(便益)の全体は多岐に及ぶが、本論文では災害時の交通マネジメントに係る制度等の議論に資するため、経済被害抑制効果(便益)を正確に求めることを主眼とせず、効果の規模を推計することに主眼を置いている。

2. 既往研究・事例のレビュー

過去の災害時において直接被害や間接被害等の被害状況を理解することは、今後の交通計画や経済効果分析をする上で重要である。「阪神・淡路大震災(1995)」における実際の直接被害においては上野山ら(2005)¹⁾が、建物の固定資産税評価額や設備関係と工場や店舗等の在庫・原材料関係に、それぞれ被災率を乗じて被害推定を行い、その結果、兵庫県に約10兆円の直接被害額が生じた結果を得た。また間接被害は、高橋ら(1997)²⁾が産

業連関表と計量経済モデルを組み合わせ、建物被害と交通被害により間接被害を推定するモデルを構築し、被害推定を行った。分析の結果、全国で約13兆円の経済被害が生じ、その約15%は兵庫県で生じた結果を得た。この災害では、比較すると直接被害より間接被害の方が約1.3倍多くなることが分かる。

「東日本大震災(2011)」における直接被害においては、会計検査院(2015)³⁾が発表した再調達価格や減価償却後の価格等の積み立てにより、間接被害額を含めずに推定した。その結果、青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、千葉県、新潟県、長野県の9県の合計で約19兆円の経済被害が生じた。また、間接被害に関しては、皆川ら(2015)⁴⁾が前方連関効果と後方連関効果を合わせた分析を行った。特徴としては前方連関効果では商業や住宅賃貸料の被害が大きく見受けられ、後方連関効果では製造工業製品の被害が大きかった。両方の効果を合わせると、約13.3兆円という結果が得られた。間接被害より直接被害が大きかった原因としては、地震後の津波により、道路や建物が壊滅的被害を受けたためと考えられる。

「熊本地震(2016)」における直接被害においては内閣府(2018)⁵⁾が熊本県及び大分県の建築物や社会インフラなどのストック額から損壊率を乗じて算出した。その結果、熊本県では約1.8兆円から3.8兆円、大分県では約0.5兆円から0.8兆円の被害があり、合計で約2.4兆円から4.6兆円の被害額が見込まれることが発表された。間接被害は崔ら(2016)⁶⁾が熊本市の観光業の経済的被害を産業連関分析によって算出された。結果としては、約1兆円の被害が見込まれ、大分県及び熊本県その他産業を合わせると直接被害を大きく超えることが予想される。

このように、過去の大規模災害時での経済被害は極めて大きいことは示されているが、その計測範囲は極めて多様であり、また計測方法も統一されていない。本研究では、前述のように災害時の交通マネジメントのあり方の議論を促進させることを目的として、本稿執筆時点(災害発生後8ヶ月)で手元に有するデータの収集状況も勘案し、広島～呉間の国道および公共交通状況から経済被害抑制効果(災害時交通マネジメントの便益)を推計することとする。

3. 平成30年7月豪雨発災後の広島～呉間の交通マネジメント施策

平成30年7/5(木)から7/6(金)にかけて発生した西日本豪雨によって、高速道路では山陽自動車道と中国自動車道、国道では国道2号と国道31号が通行止めとなった。また7/8(日)には東広島呉道路が通行止めになったこ

とで、広島と東広島と呉への交通網が完全に麻痺した。この章では、平成30年7月豪雨災害によって生じた道路の通行止めや交通機関の麻痺などにおける交通対策を表-1に沿って述べる

西日本豪雨によって各交通網が麻痺したが、国や県などの活動によって、その1日後の7/9(月)には中国自動車道、7/10(火)では東広島呉道路、7/11(水)では国道31号、7/14(土)では山陽自動車道、7/21(土)では国道2号が通行止め解除となった。しかしながら、通行はできるが、限られた道路に乗用車が集中するため、大きな渋滞の発生が問題となった。この問題への対応策として山陽道や広島呉道路などの有料道路の通行止めを一部解除したり、交差点の信号現示を改良したりしたが、広島～呉間を結ぶ唯一の道路である国道31号の交通容量はに対し、交通需要は極めて大きく、渋滞は以前深刻な状態であった。

そこで7/17(火)に広島呉間においてクレアラインを利

用した災害時緊急輸送バス(災害時BRT)と災害時緊急輸送船の運行を開始した。またバス利用者を増やし渋滞を緩和させるために7/18(水)にバス運行を終日双方向に拡充し、7/26(木)には坂北IC料金所にバス専用レーンを設置する等の対策を講じた。その他にも7/30(月)には川尻・安浦から呉間の災害時緊急輸送船(キャットクルーズ)の運行を開始した。

7/21(土)までには通行止めとなっていた広島呉道路を除く高速道路や直轄道路がすべて通行可能となり、公共交通機関の復旧も段階的に進んでいった。8/2(木)には坂駅から海田市駅間、8/18(土)では瀬野駅から海田市駅間、8/20(月)では広島から呉駅間が運転再開している。また8/6(月)には天応から広島港の災害時緊急輸送船(さくら直行便)、8/7(火)では仁方から呉の災害時緊急輸送船が運航を開始した。その他にも8/11(土)には三原から広間の代行バスが運行を開始した。8/13(月)にはバスの更な

表-1 西日本豪雨時の交通状況及び交通対策一覧

7月				
	高速道路	直轄国道	その他 交通対策)	各交通機関との連携
5日(木)	×山陽自動車道 ×中国自動車道			
6日(金)		×国道2号 ×国道31号		
8日(日)	×東広島呉道路			
9日(月)	○中国自動車道		県道員平谷線・平谷交差点 信号秒数調整、滞留者対応、信号機改良)	
10日(火)	○東広島呉道路		広島市 呉市周辺通れるマップの作成 公表開始 通行止めになっている山陽道 河内IC～広島IC)で物資輸送者を通行可とする措置 中国道などの料金調整による山陽道からの広域迂回の誘導	
11日(水)		○国道31号	国道185号休山トンネル～JR広島 信号秒数調整)	
13日(金)			広島呉道路の一部 仁保IC～坂北IC)の通行止めを解除 国道31号 JR坂駅～JR呉駅 信号秒数調整)	
14日(土)	○山陽自動車道			
17日(火)			山陽道 東広島呉道路の料金調整による広島呉道路からの広域迂回の誘導 通行止めになっている広島呉道路の一部 天応西～呉、坂北～坂南)で臨時輸送バスを通行可とする措置 国道31号 広島IC～JR呉駅)広島呉道路の一部をバス通行可能 新幹線 東広島駅)利用による広島～呉間の交通確保 主要渋滞箇所4箇所 緊急交差点改良(小瀬浦橋 右折レーンの延伸30m→120m) ナフコ周辺 右折レーンの設置35m) 小瀬浦橋北詰 停車禁止帯の設置) 大瀬橋北詰 停車禁止帯の設置)	災害時緊急輸送バス、災害時緊急輸送船の運航開始 クレアライン線の増便
18日(水)			国道31号 坂北IC入口交差点ほか3箇所 右折滞留車、バス優先対応)	広島呉道路のバス運行を終日双方向に拡充
19日(木)			主要渋滞箇所 追加2箇所 緊急交差点改良	
21日(土)		○国道2号	直轄国道の通行止めはすべて解除	呉線沿線で代行バスの運行開始
25日(水)				呉線沿線で代行バスの運行を拡充
26日(木)			坂北IC料金所にバス専用レーンを設置	
28日(土)			東広島呉道路 阿賀川出口 緊急交差点改良	
29日(日)			国道185号 先小倉交差点 右折滞留車、バス優先対応)	
30日(月)			国道185号 先小倉交差点～JR広島 迂回誘導看板設置)	災害時緊急輸送船を運航(川尻・安浦～呉)
8月				
2日(木)				坂駅～海田市駅間運転再開、呉線沿線の代行バスの運行見直し
3日(金)			広島呉道路 坂北IC～坂南IC)企業の通勤バスを通行可とする措置	
6日(月)				災害時緊急輸送船の運航を開始(天応～広島港)
7日(火)				災害時緊急輸送船の運航を開始(仁方～呉)
9日(木)	広島呉道路 (1月中の復旧目標)		国道31号坂駅区間で平日朝の時間帯でバス 災害関係車両専用レーン設置	
11日(土)				呉線 三原～広間)で代行バスの運行開始
13日(月)			国道31号 坂北IC交差点～坂町補田1丁目)バス専用レーンの指定 国道185号 休山トンネル) 都市間バス並行区間通行	
18日(土)			国道375号二級峠トンネル下 上段原橋13時30分通行止め解除	瀬野駅～海田市駅間運転開始
20日(月)			JR呉線代行バス 呉 坂間の各駅停車便)において 災害時バス位置情報提供システム)の試行運転開始	広島～呉駅間運転開始 呉線 呉～坂)の代行バスの運行変更
21日(火)				白市駅～八木松駅間運転開始 山陽線 三原～白市間)で代行バス運行開始
22日(水)			第1回交通マネジメント検討会開催 記者発表 都市間バス 広島～呉) 山陽道迂回促進PR	災害時緊急輸送船(川尻～呉、仁方～呉)の運航を終了
23日(木)				
28日(火)			都市間バス 広島～呉) 山陽道迂回促進PR	
30日(木)			都市間バス 広島～呉) 利用促進PR	
31日(金)				災害時緊急輸送船災害ボランティア無償輸送 天応～広島)の運航を終了
9月				
1日(土)				広島～呉間災害時臨時輸送バス運行ダイヤ変更 三原駅～坂駅間、三原～広島駅間で新幹線による代替輸送終了
8日(土)			国道31号 坂駅南～水尻)バス専用レーン終了(～9/7) 広島呉道路 仁保IC～坂北IC)料金半額終了(～9/7)	西条～東広島駅間連絡バス終了
9日(日)			広島瀬野道路無料通行終了 JR呉線 坂駅～呉駅)運行再開	八木松駅～瀬野駅、坂駅～呉駅運転再開
12日(水)			国道31号水尻地区復旧	
15日(土)				広島～呉間災害時臨時輸送バス運行ダイヤ変更
27日(木)		○広島呉道路	山陽道 高屋JCT IC～広島IC)料金半額終了(～9/27 15時)	
28日(金)				臨時ダイヤ 広島～呉間災害時臨時輸送バス)で運行していたクレアライン線が通常ダイヤで運行再開 宇品～切串間自動車輸送早期便の積み残し解消
30日(日)				三原駅～白市駅運転再開 山陽線全線復旧(越道貨物輸送再開)

る速達性向上を図るため、国道31号のバス専用レーンの運用が開始された。

7月、8月とさまざまな交通対策や復旧活動を行ったことにより、活動困難者の減少や渋滞緩和などの経済損失の抑制、及び多大な経済効果が生じた。

その後、9/8(日)に呉線坂駅から呉駅間が復旧し、公共交通輸送力が発災前の水準まで戻り、公共交通輸送の危機的状況は脱した。9/27(木)には災害時緊急輸送バス(災害時BRT)の経路であったクレアライン(広島呉道路)の通行止が解除となり、同日をもって「災害時BRT」の運行は終了となった。

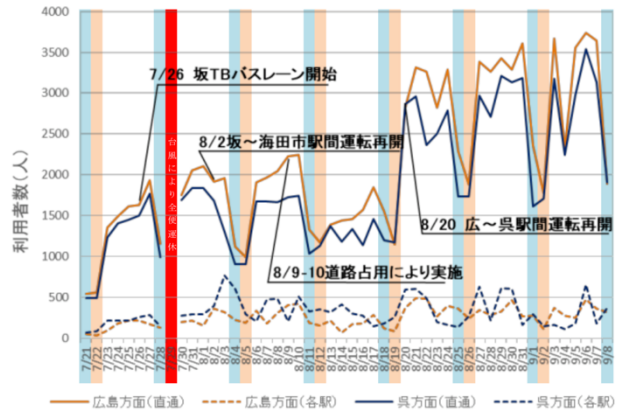


図-1 呉線代行バス日別利用者数

4. 災害発生後の交通状況の変化

平成30年7月豪雨発災後、JR呉線の運休解除(9/8)、広島～呉間の通行止解除(9/27(木))まで様々な交通マネジメント施策が広島～呉間で講じられた。本章では、様々な交通機関及び道路の交通量や、利用者数、所要時間の変化を示す。

(1) 公共交通輸送

1) 呉線代行バスの日別利用者数・所要時間

被災によりJR呉線が運休となった後、7/17(火)～7/20(金)は災害時緊急輸送として広島～呉間が運行され、その後「代行輸送」としての運行が広島駅～呉駅・広島方面(途中、運行再開状況により代行バス運行区間も変更)で始まった。各方面の直通の利用者数を図-1に示す。お盆期間の8/11(土)～8/19(日)を除いて右肩上がりに増加している。具体的には7/21(土)では約500人であったが9/7(金)には約3000人を超える利用者数まで増加しており、約6倍にもなっている。これは走行台数が増加し、輸送可能人数が増えたこと、公共交通サービスの定時性、確実性の確保により、通勤・通学等への支障も緩和されたことによると推察される。

8/20(月)には、約1500人も増加しており、JR広島～呉駅間が運転再開していることが影響していることが読み取れる。また、休日の場合をみても、平日ほどではないが増加していることがうかがえる。

各方面の各駅停車の利用者数は平日も休日あまり落差がない、この点から通勤者ではなく各地域の住民が多く利用していることが推察される。

次に、呉線代行バスについて、日別の平均所要時間および最長所要時間の推移を、広島方面を図-2、呉方面を図-3に示す。災害発生後、まだ災害時BRTの運行が始まる前は広島バスセンター発、呉駅行きの所要時間は3時間以上であったが、広島方面の直通において最長時間は7/23(月)は70分であるが、9/7(金)では30分と大幅に

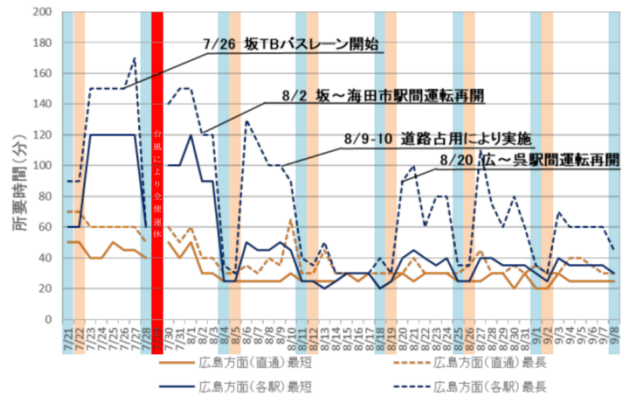


図-2 呉線代行バス日別平均所要時間(広島方面)

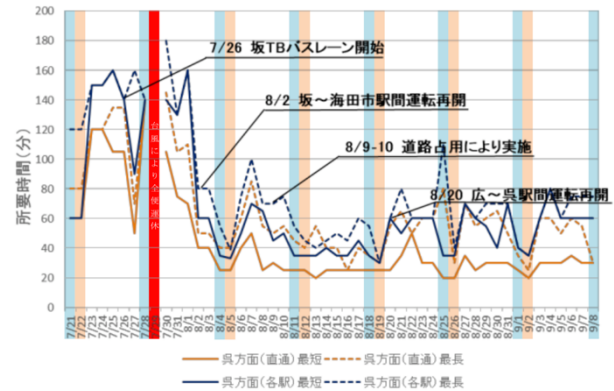


図-3 呉線代行バス日別平均所要時間(呉方面)

し、加えて平均所要時間と最長所要時間の差もほとんどない日が多い。他方、呉方面は代行バス運行開始後～8/2頃までの所要時間は60-120分程度であり、広島方面ほどの短縮効果は得られていない。この現象は災害時国道31号の渋滞状況に起因する。土砂災害の被災地である呉市天応地区・坂町小屋浦地区をボトルネックとした渋滞が発生し、災害時BRTによる運行で呉から広島方面へはこの渋滞のほとんどを回避することができた。他方広島～呉方面行きは一般道走行区間が渋滞発生区間と重複した。そのため上記のような方向別の所要時間差が

発生したが、広島県道路本線上のバスレーン（7/26）、国道 31 号坂地区のバスレーン（8/9）等のバス速達性向上策により、バスの所要時間の短縮に至っている。

(2) 都市間高速バスクリアライン線の日別利用者数・所要時間

広島～呉間では、都市間の高速路線バス「クリアライン線」が、広島市中心部の広島バスセンター～呉駅前まで平常時から運行されていた。豪雨災害発災後は「災害時緊急輸送バス」として、途中停留所や経路を変更し運行された。「クリアライン線」の日別利用者数を図-4に、日別平均所要時間を図-5に示す。

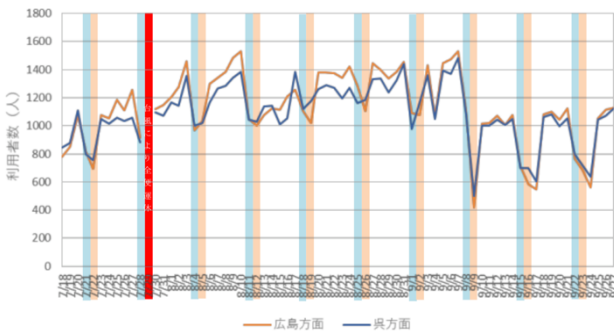


図-4 クリアライン線・日別利用者数

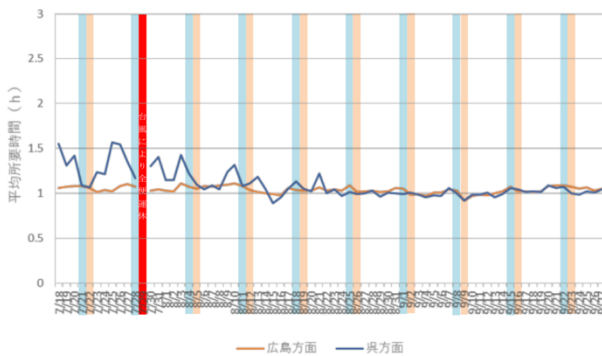


図-5 クリアライン線・日別平均所要時間

日別利用者数について、災害時BRT運行開始直後の7/18（水）は約800人であるが、9/7（金）では約1500人と2倍近く増加している。全体的に、9/7（金）までは右肩上がりのグラフとなっており、9/10（日）からは利用者が減少している。これは、9/9（日）から呉線、坂駅～呉間の運転が再開となったことにより、鉄道により広島～呉間の往来が可能となったため、バスの利用者が減少したと推察される。

平均所要時間について、呉方面においては、災害直後は平均所要時間にばらつきがあることが読み取れる。最大平均所要時間としては、7/25（水）の1時間34分であり通常より約30分程度長くかかっている。盆期間終了直後からはばらつきがなくなり1時間ほどに安定してきており、災害前のサービス水準にほぼ回復している。

広島方面においては、災害直後からすでに1時間ほどとばらつきがない。これは前述のように「災害時BRT」での運行により、渋滞箇所を回避できていたためである。

(3) 自動車交通（日別交通量・所要時間）

豪雨災害発生後、広島県道路の通行止に伴う経路変更や、JR呉線の運休に伴う都市間移動需要が国道31号に集中し、深刻な渋滞が発生した、とりわけ災害発生後は早朝から深刻な渋滞が発生し、深夜まで解消しない状態であった。図-6に広島から呉までの朝時間帯の自動車での所要時間を、図-7に国道31号小屋浦地区で計測した方向別の日交通量の推移を示す。

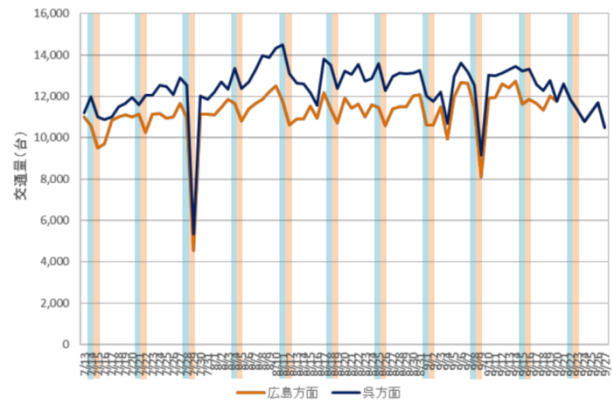


図-6 国道31号の日別交通量（坂町小屋浦地区）

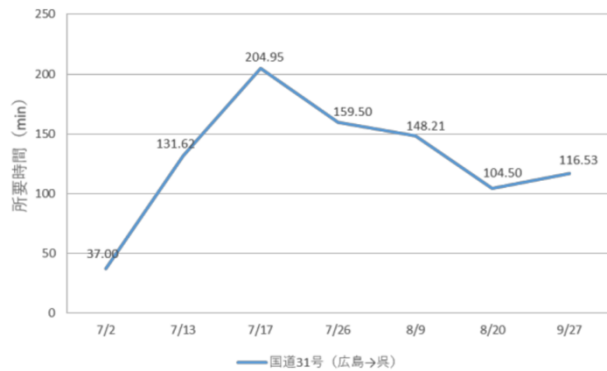


図-7 広島から呉までの通勤時間帯の自動車での所要時間

広島から呉への所要時間について、災害前では37分だったのに対し、災害時BRTが運行開始された初日である7/17（火）には204分となった。その後は鉄道や公共交通サービス水準の向上に伴い、所要時間は次第に短縮し、呉線呉駅～広島間が運行再開した8/20（月）には所要時間が104分まで短縮した。しかしながらその後、広島県道路の通行止め解除まで、同様の所要時間である状態が続いた。

日別交通量を見ると、発災後はほとんど変わっておらず、国道31号の交通容量に毎日到達していた様子が伺える。なお、呉方面よりも広島方面の方が、全期間を通じ

交通量が少なくなっているが、この要員として広島熊野道路、東広島呉道路などの迂回ルートが、広島方面に向けては渋滞の程度が軽く、交通量の分散効果があったものと推察される。

5. 災害時の交通マネジメントによる経済被害抑制効果の算出

本章では災害時の交通マネジメントによる経済被害抑制効果を、「公共交通利用者の時間短縮効果」、「自動車利用者の所要時間短縮効果」を指標として算出する。また、効果計測の範囲は、広島～呉間の呉線代行バス輸送、「クレアライン線」によるバス輸送、国道 31 号を通行する自動車交通を便益計測の対象とする。なお、上記以外にも迂回経路通行による所要時間短縮効果など、ネットワーク面での効果や、上記指標以外に発現した効果もあるが、現時点で入手できているデータに限られている等、データの制約により、まずは上記の 3 指標にて効果を推計する。

(1) 公共交通サービスの確保と所要時間短縮による経済効果

本項目では、呉線代行バス、高速バス「クレアライン線」の公共交通機関（バス）の時間短縮効果を算出する。算出方法を式(1)に示す。なお、「乗用車 1 台あたり時間原単位」、「乗用車 1 台あたり平均輸送人員」は、平成27年度道路交通センサスの数値を用いている。

$$BT_{Bus} = \sum^n \sum^i V \times (T_{max} - T_{n,i}) \times N_{n,i} \quad (1)$$

BT_{Bus} :バス輸送による便益 (円/日)

V :一人当たり時間価値原単位 (円/人×h)

ただし、 $V = \left(\frac{V_{Car}}{U}\right) \times 60$

V_{Car} :乗用車 1 台あたり時間価値原単位

(1827 円/人×h)

U :乗用車 1 台あたり平均輸送人員(1.3 人/台)

T_{Max} :最大所要時間 (h) :災害時

$T_{n,i}$:n 日 i 時における所要時間 (h)

$N_{n,i}$:n 日 i 時におけるバス利用者数 (人)

n:日数 (日)

入力データは、として、呉線鉄道代行バスおよび都市間高速バス「クレアライン線」それぞれの所要時間、乗車人員数を用い、各日の便益を推計した。なお、交通マネジメント施策を行わなかった場合の所要時間を、「クレアライン線」に準ずる災害時緊急輸送バスの運行初日であり、災害時BRT実施前である7/13(金)の実績所要時

間 (3時間30分) を用いた。評価対象期間は7、災害時BRTとして運行された7/17～9/26までである。

上記の条件により推計した結果を表-1に示す。対象期間の公共交通サービス確保および所要時間短縮による経済被害抑制効果は、15.6億円と推計された。なお広島方面の便益が多くなっている理由として、広島方面の方が所要時間が短かったためである。

表-1 算出結果

方向	呉線代行バス	クレアライン線	計
広島方面	4.70億円	3.58億円	8.28億円
呉方面	4.00億円	3.37億円	7.36億円
合計	8.70億円	6.94億円	15.64億円

(2) 国道31号を通行する自動車の所要時間短縮による経済効果

公共交通サービスの速達性や定時制の確保、迂回誘導策など様々な施策により、国道 31 号を通行する自動車の所要時間も短縮している。その経済効果について、式(2)に示す方法により推計する。

$$BT_{Car} = \sum^n \sum^i V_{Car} \times (T_{Car,max} - T_{Car,n,i}) \times Q_{n,i} \quad (2)$$

BT_{Car} :自動車所要時間短縮による便益(円/日)

V_{Car} :乗用車一台当たり時間価値原単位

(円/台・h)

$T_{Car,Max}$:交通マネジメント施策を行わない場合の所要時間 (h)

$T_{Car,n,i}$:n 日 i 時における所要時間 (h)

$Q_{n,j}$:n 日 i 時における交通量 (台/日)

n:日数 (日)

入力データは、図 6 および図 7 に示す日別交通量、所要時間を用いた。ただし、所要時間は日々計測したデータがなく、直近の計測日以降の計測値を用いている。また、交通マネジメントを行わなかった場合の所要時間 ($T_{Car,Max}$) は、災害時 BRT が運行開始した直後の 7/17 (火) の方面別の所要時間とした。この理由として、発災後 1 週間は住民や事業所等の経済活動が行われておらず、7/17 の週から徐々に再開されたためである。

以上の算定式から経済効果を推計した結果を表-2 に示す。呉方面の便益は、広島方面と比較して約 3 倍近い。この理由としては、広島から呉方面はどの経路も渋滞が多発しており、国道 31 号の自動車の所要時間が大きく、交通マネジメント実施による所要時間差が大きくなって便益が多くなったことと、広島方面は国道 31 号に並行する熊野経由 (広島熊野道路) 及び東広島呉道路の渋滞が少なかったため自動車交通の需要が分散し、国道 31 号の所要時間も比較的短く、国道 31 号と災害時

BRTとの所要時間差が逆方向ほど大きくなかったためであると推察される。

表-2 算出結果

呉方面	広島方面	計
31.83億円	10.33億円	42.16億円

5. まとめと今後の課題

本論文では、災害時に交通が混乱する状況下において、より円滑かつダイナミックに交通マネジメントができるような環境構築に資する議論を促進することを目的として、平成30年夏季に発生した豪雨災害で、交通途絶により深刻な交通障害が発生した広島＝呉間を対象に、その間に講じられた交通マネジメント施策の経済効果計測を試みた。算出方法は既存の事業評価の枠組みに極力沿った方法を提案し、計測した。データの制約上、まずは広島～呉間の国道31号を通行する自動車交通および災害時BRTシステムを活用した公共交通輸送を対象として経済被害抑制効果を推計した結果、約60億円と極めて大きい経済被害抑制効果が生じたことが確認された。冒頭で述べたように災害時の交通マネジメントに要する費用措置が明確ではないため、現状の制度下では、結果として若干の費用負担が要因となり施策実施が躊躇され、結果として経済被害がより拡大してしまう可能性も否めない。

平成30年7月豪雨災害後、広島・呉・東広島都市圏では様々な交通マネジメント施策が展開されており、本研究で計測した経済被害抑制効果は多様な効果の一部であり、データおよび時間的な制約により他の指標での効果やネットワークの面的な効果の推計には及んでいない。しかしながら、今回計測した2つの指標においても、数十億円のオーダーでの効果が確認されている。そうした点から、本研究の成果が今後の大規模災害時において、交通マネジメントが円滑に進むための議論の一助になる

ことを望むとともに、本研究で計測できなかった経済被害抑制効果の推計や、推計方法の精緻化を進めていくことが今後の課題である。

謝辞

本研究の実施にあたっては、平成30年7月豪雨で広島・呉・東広島都市圏での交通マネジメントに関係した各機関からデータの提供を受けた。また、災害時公共交通情報提供研究会での議論が非常に有益であった。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 上野山智也, 荒井信幸: 巨大災害による経済被害をどう見るか-阪神・淡路大震災, 9.11 テロ, ハリケーン・カトリナを例として-, 内閣府経済社会総合研究所, No.177, 2007.4 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編, pp.110-119, 1996.
- 2) 高橋頭博, 安藤朝夫, 文世一: 阪神・淡路大震災による経済被害推計, 土木計画学研究・論文集, No.14, 1997.9
- 3) 会計検査院ホームページ: 東日本大震災からの復興等に対する事業の実施状況等に関する会計検査の結果について, 国会からの検査要請事項に関する報告(検査要請)・会計検査院法第30条の3の規定に基づく報告書, 2015.3, <http://report.jbaudit.go.jp/org/h26/YOUSEI1/2014-h26-Y1000-0.htm> Smith, W.: Cellular phone positioning and travel times estimates, Proc. of 8th ITS World Congress, CD-ROM, 2000.
- 4) 皆川尚輝: 東日本大震災による間接経済被害の推計-前方連関効果と後方連関効果-, 2015
- 5) 内閣府ホームページ: 平成28年度熊本地震の影響試算について, 2018.5, <https://www5.cao.go.jp/keizai3/kumamotoshisan/kumamotoshisan20160523.pdf>
- 6) 崔明姫: 熊本地震による熊本市観光業の経済的被害について, 東濃地震科学研究所 防災研究委員会 2016年度報告, pp39-48, 2016

(2019.03.10 受理)

RESEARCH ON ECONOMIC EVALUATION OF TRAFFIC MANAGEMENT AT THE TIME OF DISASTER - JULY 2018 FOR THE TRAFFIC BETWEEN HIROSHIMA AND KURE AT THE TIME OF HEAVY RAIN-

Daisuke AKAGI, Yusuke KANDA, Ryotarou TOMINAGA, Yusuke SHIGEMITSU
and Akimasa FUJIWARA

In recent years, the number of occurrences of abnormal weather and disasters in Japan is increasing. The traffic network became paralyzed because "July 2018 heavy rain" hit west Japan. As a result, the movement of corporate activities such as commuting and logistics, and considerable economic damage occurred.

In this research, the authors clarify the economic effects of the traffic management measures implemented in "July 2018 Heavy Rain" and we analyze how various measures in the traffic plan at the time of disaster affected traffic by using a cost benefit analysis.

As a result, these measures can suppress the economic damage of about 6.0 billion yen and it was found that conducting traffic management measures in the traffic plan at the time of a disaster quickly and boldly will bring economic effects.