

大規模広域自然災害発生時の交通マネジメントの検証と今後の展開に関する研究

呉工業高等専門学校 教授 神田佑亮

概要：

平成30年7月豪雨では、広島都市圏では道路網、鉄道網が甚大な被害を受け、深刻な渋滞の多発や、移動の取りやめなど深刻な影響が発生した。一方で、道路管理者や交通事業者等の懸命な対応により、災害時BRT等代替交通手段の確保、通行止の解消の前倒し等の輸送量・交通容量確保策や、交通情報の一元発信などの施策が柔軟かつ迅速に展開された。

今後、同等またはそれ以上の規模の災害の発生が十分に考えられるが、今回の災害で講じた多様な施策の効果と課題を検証しておくことは、災害発生後の活動被害軽減のためには意義があるものと考えられる。

本研究では、平成30年7月災害での実践による知見を今後の災害対応に活かすため、今回災害で講じられた交通マネジメント施策を多面的に検証し、大規模自然災害発生後の交通マネジメント手法を検討・提案する。

キーワード：大規模自然災害、災害時交通マネジメント、災害時BRT、防災計画

1. 研究の背景と目的

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とられた。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、交通情報の一元発信などの施策が柔軟かつ迅速に展開された。

今後、同等またはそれ以上の規模の災害の発生が十分に考えられるが、今回の災害で講じた多様な施策の効果と課題を検証しておくことは、災害発生後の活動被害軽減のためには意義があるものと考えられる。

本研究では、平成30年7月災害での実践による知見を今後の災害対応に活かすため、今回災害で講じられた交通マネジメント施策を多面的に検証し、大規模自然災害発生後の交通マネジメント手法を検討・提案することを目的とする。

2. 平成30年7月豪雨に講じられた交通マネジメント施策の整理

(1) 基本的な考え方

広島～呉間では、発災前の通常時より都市間高速バス「クレアライン線」が運行されていた。鉄道輸送が災害

により機能しない中、交通混雑を緩和し、かつ自動車交通需要とも両立を図る上で、以下のような考え方により対策を講じられた。

- 1) 都市間輸送をバスサービスで担い、マイカーからの転換を図る。
- 2) バスへの転換を図るため、自動車に対し所要時間で圧倒的に優位に立つ必要がある。
- 3) しかしながら、被災地への住民感情も考慮し、施策実施の場合には、自動車交通への影響を最小限に抑える。

(2) 災害時 BRT の導入

豪雨災害発災後、土砂崩落等により広島呉道路・坂北 IC～呉 IC 間は通行止めとなっていた。そのうち深刻な被害を受けたのが、坂南 IC～天応東 IC、大規模な土砂流出が発生した呉市天応地区を通過する天応東 IC～天応西 IC の側道部であり、天応東 IC～天応西 IC の本線部は高架構造であったこと、天応西 IC～呉 IC 間はトンネルや橋梁等構造物の比率が高かったことから、被害は軽微であった。ただ、天応東 IC は広島方面専用の出入口であるハーフ IC 構造であった。そこで、バス車両を災害救援車両扱いとした既往災害での運用事例を参考にしつつ、バス本線上で展開して反対方向のハーフ IC を利用し、広島呉道路を通行可能とすることでバスの速達性・定時制を確保する「災害時 BRT」を考案・実現に向けた調整を展開した。広島＝呉間での災害時 BRT は7月13日に呉市に提案し、その後国土交通省・広島県・広島県警察・呉市・西日本高速道路等で構成する「広島県災害時渋滞対策協議会」での議論を経て、翌営業日の7月17日より運用が開始された。

(3) 高規格幹線道路上でのバス専用レーン

広島呉道路での「災害時 BRT」の運用により、呉発広島行きは概ね1時間弱で移動可能となった。一方で広島発呉行きの所要時間は1.5時間を要していた(図-3)。その理由として、災害時の国道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。特に広島呉道路坂北 IC～仁保 JCT 間、国道31号坂北 IC～坂町水尻までの4車線から2車線に車線減少する地点までの渋滞が深刻であった。

そこで、渋滞が激しい区間において、バスの所要時間の短縮を図る方策として、まずはじめに、広島呉道路・坂北本線料金所～坂北 IC 間の片側2車線区間において、追越車線をバス専用レーンとする運用を、7月26日より開始した4)。運用前は、坂北本線料金所通過直後、通行止の車両誘導のため、追越車線に規制車両およびラバーコーンが配置されていたが、規制車両およびラバーコー

ンの配置区間を広島側に配置し、料金所から IC まで未使用であった空間を、バスレーンに転用したものである。これにより所要時間は最大20分程度短縮し、一般車両への影響はほとんど発生しなかった。

(4) 国道31号坂地区におけるバス・災害関係車両等専用レーン

8月2日に、呉線海田市駅～坂駅間が運転再開となった。それに伴い、呉線代行バスの運転区間も坂駅～呉駅間に変更となり、代行バスの走行経路も変更となった(広島バスセンター～呉駅間の都市間高速バスは引き続き運行)。これまでに「高規格幹線道路上でのバス専用レーン」により所要時間の短縮は図られていたが、上述の運行区間および経路の変更により呉線代行バスは国道31号坂駅南～坂町水尻までの渋滞の影響を受けることとなった。この問題に対し、国道31号坂駅南～坂町水尻までの約1.3kmにおいて、2車線の区間のうち、左側車線を、平日午前7時から8時30分まで、バス、タクシー、二輪、自衛隊・警察・消防車両、災害関係認定車両等が通行可能とする専用レーンの運用を8月9日(木)より運用を開始し、呉線坂～呉間の運行再開時まで実施した5)。これにより所要時間が約10分程度の短縮が図られた。これまでに展開された災害時 BRT の一体的な運用により、渋滞区間のほとんどを回避することが可能となり、広島方面、呉方面とも概ね1時間程度で往來することが可能となった。なお、今回初めて一般車の走行空間をバス等に転用する施策を講じたが、警察による信号制御や車両誘導の効果もあり、大きな影響は生じなかった。

(5) 事業所通勤バスの災害時 BRT 区間の方法(災害時 HOV レーン)

上述の施策では、主に公共交通輸送の速達性・定時性を確保するための方策を講じていた。一方で企業単位での自動車交通の抑制を求めてきたが、更なる相乗り等の推進のため、下記条件に合致する企業を対象に、広島呉道路の一部区間(別紙の災害時 BRT ルート)を8月2日より通行可能となるようにした。

3. 施策の意思決定・実施プロセスに関するヒアリング調査の実施および問題・課題の整理

ヒアリング調査は、2019年度に開催した「災害時公共交通情報提供研究会」(7回開催)を通じ行なった。この研究会は、行政機関(国土交通省、広島県、呉市)や公共交通事業者(JR西日本、広島電鉄、広島県バス協会)や研究者で構成される研究会である。

上記のように、広島～呉間の公共交通輸送では、道路空間を柔軟に活用することにより、自動車に対して所要時間の優位性を確保し、便による所要時間の変動を抑制することにより、交通障害による通勤・通学等の生活交通への影響を抑制することができた。しかしながら、交

通マネジメントの実践を振り返ると、以下に示す観点で予め備えておくと、交通障害の影響の規模を抑制し、できるだけ早期に対応できるものと考えられる。

・道路網・鉄道網・交通事業者の被災状況の迅速な把握:

運行経路やダイヤなどを設定する上での不可欠な情報であり、早期の行動が必要となる。災害の規模が巨大化すると把握が困難となるが、リエゾンの派遣により情報を能動的により収集する必要がある。

・平素からの関係機関との連絡・協力体制の構築:

関係者が運輸関係行政・事業者のほか、道路関係・警察関係と多岐に及ぶ。専門家も含め、平素から「顔の見える関係」を整えておく必要がある。

・費用に関するルール化:

インフラの被災とは異なり、交通マネジメントの実施に対する費用負担の考え方が明確化されておらず、効果的な施策実施の足枷となることもある。公共交通輸送が民間企業によるサービスであるが、公共性・公益性が高いものでもあり、公益確保を優先した費用のルール化が必要である。

・通行止め区間の車両通行許可とリスクの整理

今回災害時での通行止区間のバスの走行を認めるなど、道路空間の活用が柔軟化しつつある。一方で「通行止区間」である理由には、道路が安全であると保証がされている状態ではないとみなすこともできる。こうした状態で特例として通行した際、万一が事故等が発生した場合の責任の所在等、施策の特例実施とそれに伴うリスクの所在を整理しておく必要がある。

その他、人数不足を外部から補う仕組みづくり、情報提供への体制づくり等の課題があるが、想定外の災害が多発する中、発災後を想定した対応をシミュレートし、備えておくことが、強靱な交通確保のために極めて重要である。

4. 災害発生後の交通状況データの収集・整理

今回の災害では、様々な交通手段で様々な事業者が交通サービスを展開した（JRによる代行バス輸送、広島電鉄・中国JRバスによる災害時バス輸送、臨時航路の展開（4路線）、既存航路の増便など）。また、道路交通状況も刻々と変化していた。これらのデータは各機関で、それぞれのフォーマットで保管されているため、散在している交通状況データを収集・整理した。

5. 収集データに基づく交通マネジメント施策実施効果の定量的検証

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・広島間（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もあり落差がない、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。

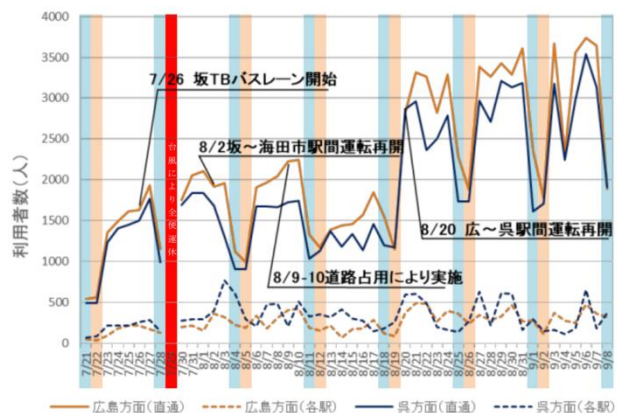


図-1 呉線代行バス日別利用者数

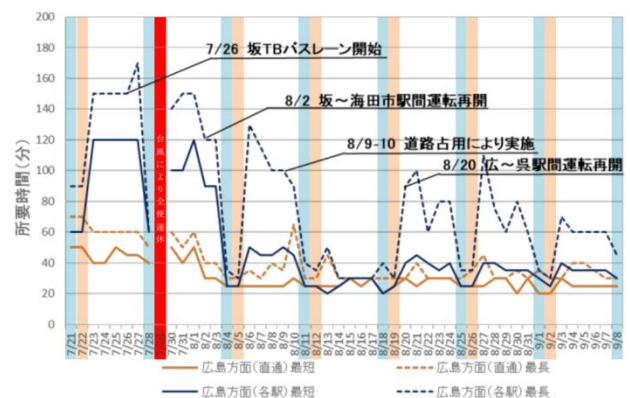


図-2 呉線代行バス日別平均所要時間(広島方面)

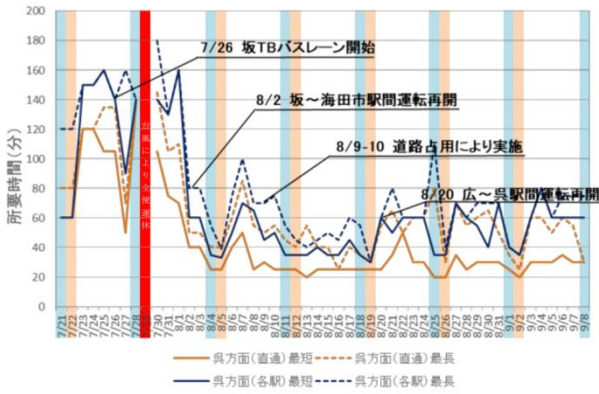


図-3 呉線代行バス日別平均所要時間(呉方面)

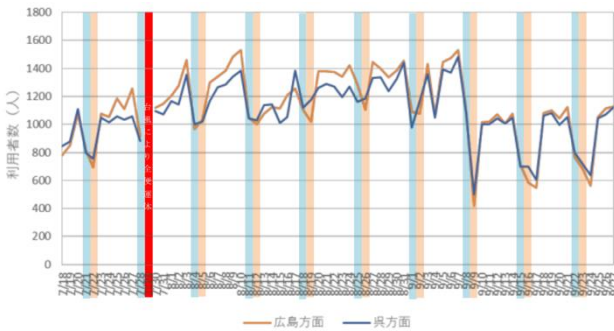


図-4 クレアライン線・日別利用者数

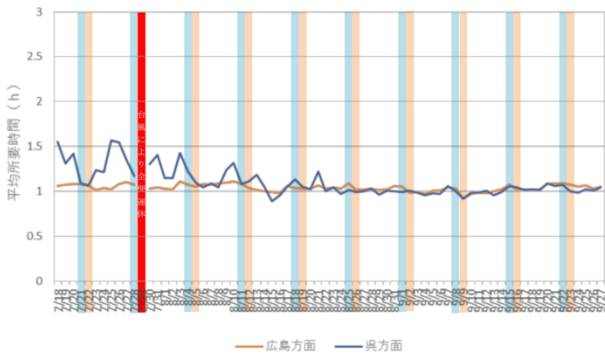


図-5 クレアライン線・日別平均所要時間

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分と大幅に短縮し、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、広島呉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) 都市間高速バスクレ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。

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、広島呉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。

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、広島呉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。

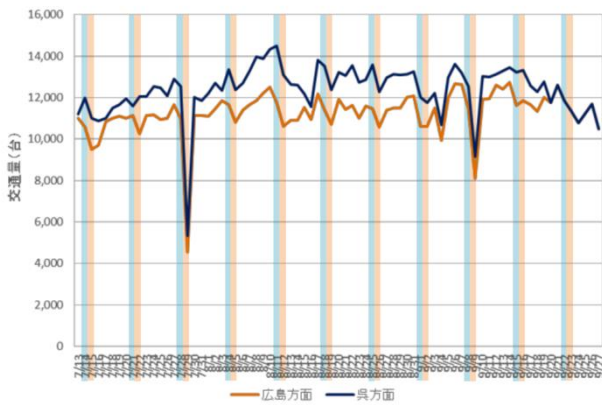


図-6 国道31号の日別交通量(坂町小屋浦地区)

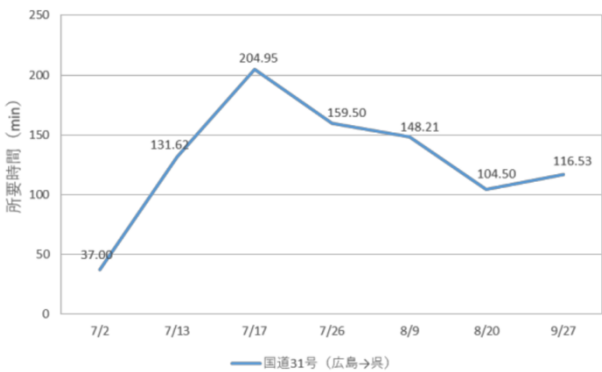


図-7 広島から呉までの通勤時間帯の自動車での所要時間

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。

6. 災害発生後の交通行動に関する SNS データ分析

(1) 分析の概要

沿線住民や事業所に対し、災害期間中の交通障害による活動・行動制約や代替交通手段・経路利用状況等を把握するため、災害期間中に投稿された Twitter や Instagram 等の SNS での投稿内容を、写真の内容を解析するピクチャマイニング分析や、投稿文章を分析するテキストマイニングにより、住民の方の意識・行動や必要とされていた情報を分析を行った。

具体的には平成 30 年 7 月豪雨が発災した 2018 年 7 月 1 日～8 月 31 日の 2 か月間の Twitter に投稿された文章データ、Instagram に投稿された写真を対象に分析を行った。テキストデータは、テキストマイニング分析により、投稿者の当時の印象を読み取り、写真イメージ情報はフォトマイニング分析を用いた。テキストマイニング

分析とは、Twitter 投稿本文を単語ごとに分解し、構成している単語の量や出現頻度等により、当時の投稿者の印象・意識を推定することである。

ここでは抽出する単語を、名詞のみと副詞・形容詞に分けて抽出した。名詞のテキストマイニングを図 2 に、副詞・形容詞のテキストマイニングを図 3 に示す。また、フォトマイニング分析は、SNS に投稿された写真から投稿者の当時の印象を推定する手法であり、これを用いることにより、テキストマイニング分析のみでは、推定しきれない印象・意識を読み取ることが期待できる為、本研究では、テキストマイニング分析と併用することにより、分析の読み取り精度の向上を図った。

(2) 分析結果

1) Twitter による投稿件数の推移

7-8 月間の交通に関するキーワードで検索した日別投稿件数の結果を図-8 に示す。

この結果から、発災直後、交通施策公表、施策実施後のように、状況が変化した時に投稿数が伸びている。これにより、発災後の交通ネットワーク状況変化に応じて、SNS の時系列変化はほぼ対応していることが明らかになったと言える。

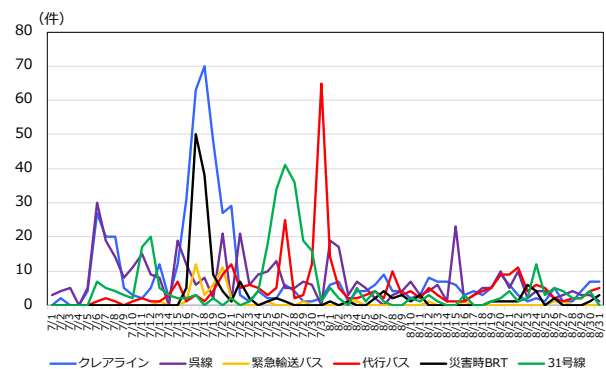


図-8 Twitterによる投稿件数推移

2) 災害時情報拡散の要因分析

災害時の情報拡散の要因分析の結果を示し、考察する。「いいね」「リツイート」とも、上位にランクインしている投稿は個人の情報が多いが、「リツイート」された投稿は、公式な情報の比率が「いいね」に比べて高い。ツイッターのユーザーが、交通に関する公式の情報を幅広く拡散させようという意図でこのような結果になっているものと思われる。特に上位の投稿の具体的内容を見ると、投稿された内容は、公式、非公式(個人)アカウントとも、公的な機関の内容について、参照元の URL が明記されていたり、掲示物の写真が掲載されるなど、信頼ある機関からの出典元がはっきりされた情報となっている。一方で発信者のアカウントのフォロワー数の大小との関連性は見られず、特に非公式(個人)のアカウントは、フォロワー数以上の「いいね」や「リツイート」数とな

っていることがグラフからわかる。これらのことから、災害時には SNS ユーザーは、緊急時に役立つ情報のうち、出典元が明確になっているなど信頼できる情報について選別した上で拡散をしていることが見て取れる。

3) 投稿カテゴリ分析

検索したキーワードについて検索抽出した投稿を表-2で定義したカテゴリ毎に分類し、さらに時系列変化をみる為フェーズごとに分割し、投稿状況の変化を分析した。紙面の都合上、「31号線」、「呉線」、「クレアライン」の分析結果について図-9～図-11に示す。以下、結果と考察を示す。

a) 検索ワード「31号線」

この検索ワードでの分類の時系列推移を分析すると、発信源が非公式アカウントの交通に関する情報の発信が全フェーズ総じて多いことが分かる。この投稿を調べると、公式アカウントの投稿 URL 等を貼ったものが多かったことが明らかとなった。また、ポジティブな感情を記す投稿としては、初期に比べると増加し、一定数投稿され続けた。坂町の道路にバス専用レーンを設置したフェーズ4の期間は、非公式のアカウントからの実績値情報の発信が多く見られた。しかし、同時期にネガティブ感情を記した投稿が多いことが分かる。これは、バス専用レーンを設置したことにより、他車両が片側通行しかできず、渋滞が延伸したことに対する不満が多かったことによるものであると考えられる。

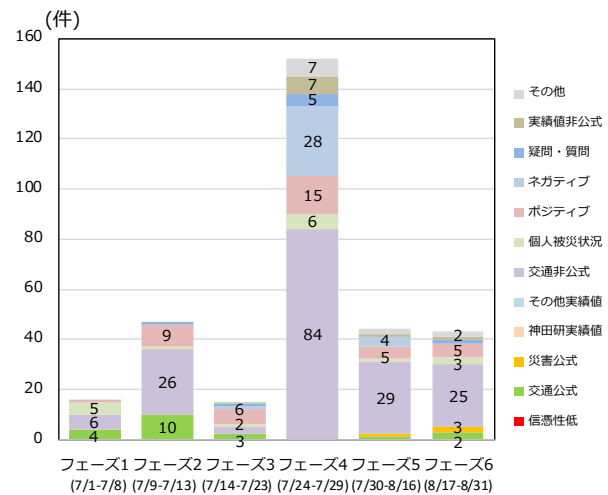


図-9 カテゴリー別投稿数とフェーズ推移 (31号線)

b) 検索ワード「呉線」

この検索ワードでの分類の時系列推移を分析すると、公式の災害情報発信とともに、非公式の交通情報の発信も多い。非公式の交通情報に関しては、災害中の呉線代行バスの情報拡散を目的としたものであった。公式の情報発信カテゴリに関しては、行政等の公式アカウントが呉線の鉄道代行バス情報と併せて、平成30年7月豪雨

災害そのものに関する情報を拡散したためである。

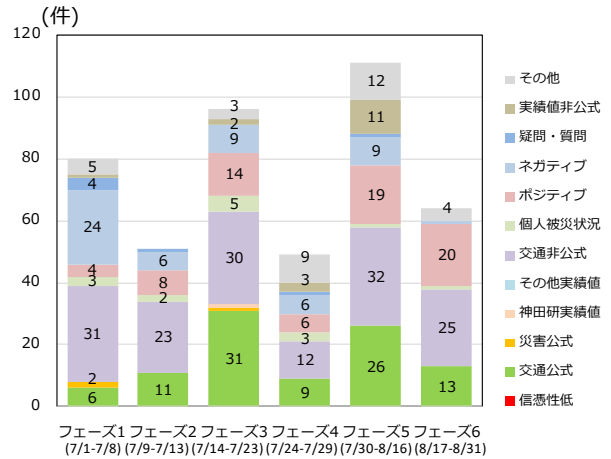


図-10 カテゴリー別投稿数とフェーズ推移 (呉線)

c) 検索ワード「クレアライン」

この検索ワードでの分類の時系列推移を分析すると、まずフェーズ3から、非公式の交通情報の発信が多くなっている。これは、このフェーズより導入された「災害時 BRT」の運行に関する時刻表、所要時間等の拡散を目的とする投稿が多かった。また、同時期には、交通に対するネガティブな投稿が急激に増加したが、フェーズ4には落ち着いている。

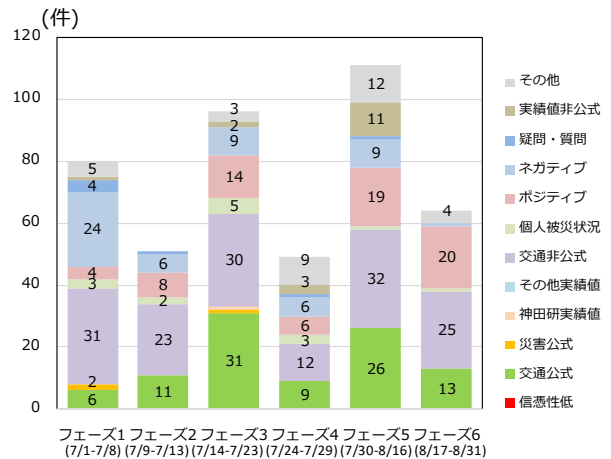


図-11 カテゴリー別投稿数とフェーズ推移 (クレアライン)

6. まとめと今後の課題

2019年度は、平成30年7月豪雨で展開された施策を整理し、各機関に散在するデータを取りまとめ、施策効果等の集計分析を行った。今後はこれらのデータや知見を活用しつつ、災害時の交通マネジメント施策実施効果計測手法の検討と評価分析や、災害時の施策実施効果の効果シミュレーション分析を行い、広域的な交通ネットワーク障害時に講じるべき施策と推進方法を検討する。