

道路政策の質の向上に資する技術研究開発

【研究終了報告書】

①研究代表者	氏名 (ふりがな)	所属	役職	
	ふじわら あきまさ 藤原 章正	広島大学	教授	
②研究 テーマ	名称	バスターミナルを中心としたレジリエントなスマートシティ拠点の機能評価の研究開発		
	政策 テーマ	[主テーマ] 新たな行政システムの構築 [副テーマ] 新たな情報サービスと利用者満足度向上	分科会/ 公募タイプ	IV
③研究経費 (単位: 万円)	令和2年度	令和3年度	令和4年度	総合計
	3,348	4,499	4,794	12,641
※端数切り捨て。実際の研究期間に応じて記入欄を合わせること				
④研究者氏名 (研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。)				
氏名		所属・役職 (※令和5年3月31日現在)		
塚井 誠人		広島大学・准教授		
神田 佑亮		呉高専・教授		
橋本 成仁		岡山大学・教授		
吉野 大介		広島大学・特任助教		
伊藤 昌毅		東京大学・特任講師		
坂田 桐子		広島大学・教授		
中矢 礼美		広島大学・教授		
鹿嶋 小緒里		広島大学・准教授		
⑤研究の目的・目標 (提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。)				
<p>駅周辺を交通結節拠点化する「バスタプロジェクト」の検討が進んでいる。グリスロや自動運転車などの新たなモビリティの出現、また、西日本豪雨災害発災後の対応の経験から、レジリエント機能が必要など、交通結節点にはこれまでにない機能が求められるようになってきている。加えて交通結節点は成熟した市街地のハブとなり得るため、多様な機能も考慮したデザインが必要になる。</p> <p>本研究では、集約型の公共交通ターミナル「バスタ」を対象に、平常時の運用と災害時の運用の両面から、単に交通結節点機能のみならず、交通を基軸に地域の活力を高め、災害に強いスマートシティ拠点を形成するための機能の計測・評価手法の開発と、それに基づく「バスタ」に対する要求機能について明らかにする。</p>				

⑥これまでの研究経過・目的の達成状況

(研究の進捗や目的の達成状況、各研究者の役割・責任分担、本研究への貢献等(外注を実施している場合は、その役割等も含めて)について、必要に応じて組織図や図表等を用いながら、具体的かつ明確に記入下さい。)

・研究目的の達成状況：以下のとおり、当初定めた研究計画を既に達成している。

1. 集約型公共交通ターミナルの機能に関する研究

(1)集約型公共交通ターミナルの動向の把握

・交通ターミナルがはたす役割として、レジリエンス・ハブの概念や、同様のコンセプトで整備された事例など、新たな概念を得ることができた。

(2)大規模災害時の交通ターミナルの機能ニーズの把握

・風水害のみならず、地震や雪害にも対象を広げてレビューを行い、交通ターミナルが果たした役割、流動のパターンを明確化し提示することができた。

(3)レジリエントな「次世代バスタ」の導入戦略立案

・レジリエントバスタに求められる機能と、Bi-Functionをコンセプトとした施設機能・運用を提案することができた。

2. スマートシティ拠点・評価手法の開発

(1)計測指標および計測方法の検討

・定量的・定位的の両面から、検討地域に適したバスタに具備すべき機能を導出する手法を開発することができた。

(2)観測データの計測技術の開発

・人や車両の動きや都市内の状況をモニタリングする技術や、遠隔でもリアルタイムに状況や情報を共有可能なシステムを開発し、実証することができた。

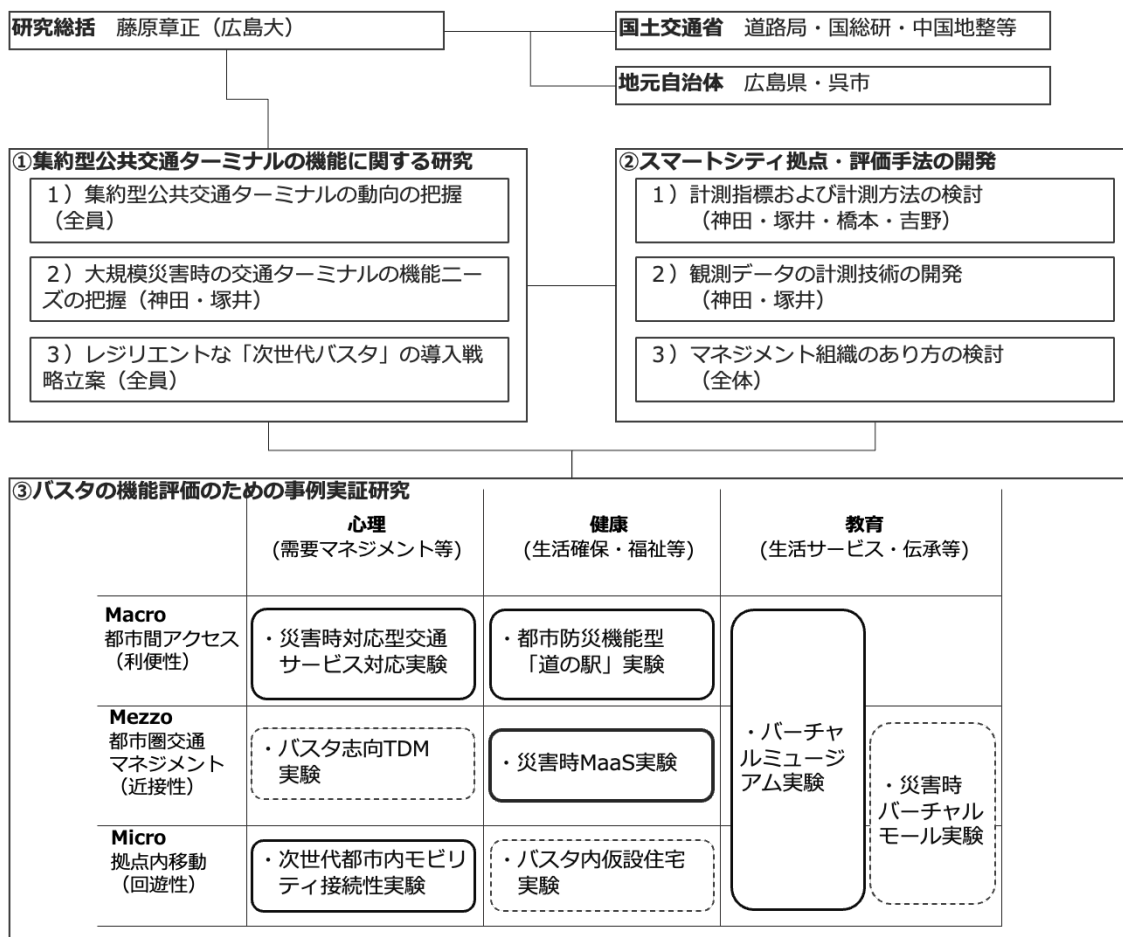
(3)マネジメント組織のあり方の検討

・上述のBi-Functionをコンセプトとした施設機能・運用に基づき、官民が一体となって速やかに交通運用を含めた災害時のマネジメントを実施し、かつ、平常時のマネジメントを行う産官学の組織体の設立と運用を提唱した。

	令和2年度	令和3年度	令和4年度
研究① 集約型公共交通ターミナルの機能に関する研究 国内外の交通ターミナルの整備コンセプトやマネジメント事例を整理し、交通結節点のニーズの多様化・複合化に対応した「次世代バスタ」の機能条件、施設等の戦略を立案。	集約型公共交通ターミナルの動向の把握 ・国内外のターミナルを文献・現地調査・ヒアリング・アンケートにより調査	100%	
	大規模災害時の交通ターミナルの機能ニーズの把握 ・既往大規模災害事例の対応ケースから機能ニーズを整理	100%	
	レジリエントな「次世代バスタ」の導入戦略立案 ・機能条件、施設、マネジメント等の戦略を立案		100%
研究② レジリエントなスマートシティ拠点に関する情報収集の研究 人々の行動・都市形態の変化等の評価指標と計測方法、計測技術を研究し、特性に応じたバスタのマネジメントスキームを開発。	計測指標および計測方法の検討 バスタが具備すべき要件を踏まえ、整備効果・行動パターン、都市形態の変化等の評価指標と計測方法を研究。		100%
	観測データの計測技術の開発 リアルタイムモニタリングデータ捕捉のための技術開発。		100%
	マネジメント組織のあり方の検討 都市の特性に応じたバスタのマネジメントスキームを開発		100%
研究③ バスタの機能評価のための事例実証研究 「バスタ」の個別機能を評価するための事例研究(実証)を行う	次世代モビリティ接続性実験、災害時MaaS実験 ・マイクロモビリティ(GSM)接続性、災害時モビリティのリアルタイム情報発信		100%
	災害時対応型交通サービス対応実験 ・災害時の災害対応情報拠点 ・情報収集・計測システム		100%
	災害バーチャルミュージアム実験 ・日常に触れ、災害発生後の安心感を提供する災害情報発信		100%

・各研究者の役割・責任分担：当初計画の下図を基本とし、代表者の藤原及び共同研究者の神田が多くを担当しつつ、研究メンバー全員でのディスカッションも随時実施し、また、状況に応じて適宜役割を割り振り、研究を遂行した。

また、国土交通省（中国地方整備局等）、研究フィールドである呉市のほか、広島県、NEXCO西日本、広島県警、鉄道・バス事業者も連携を図り、研究を遂行した。



・外注の役割：実証実験実施のための各種調整支援，データ解析支援などを外注した。それらの統括や納品物の成果への反映はすべて研究代表者と共同研究者が行った。

⑦中間・FS評価で指摘を受けた事項への対応状況

(中間・FS評価における指摘事項を記載するとともに、その対応状況を簡潔に記入下さい。)

【指摘事項 1】

- ・次世代バスタの導入戦略立案における発災後の時間経過を考慮したニーズ、有すべき機能の整理をしていただきたい。
- ・研究成果がバスターミナルの機能計測や評価方法に活かされるか不明確であり、研究開発を加速していただきたい。

(指摘事項 1 への対応)

- ・ 研究代表者及び共同研究者が最前線に対応した平成30年7月豪雨での経験・知見を踏まえ、他の大規模自然災害時もレビューし、災害発生からの経過状況によってフェーズを5段階設定した。その上で、各フェーズの交通拠点における課題及び必要なバスタ機能を整理した。
- ・ 地域・交通・災害対応に精通するエキスパートによる定量・定性データに基づく評価を実施し、地域・規模に応じたレジリエントバスタの機能の評価手法を立案した。
- ・ その手法に基づき、実際に検討が進むバスタを事例に評価を行なった。

【指摘事項 2】

- ・特定の災害の事例の分析が中心となる傾向であるが、より汎用性・一般性のある研究開発を目指していただきたい。
- ・大規模災害時の交通ターミナルの機能ニーズについては、地震、豪雨、大雪などハザードによって異なる可能性があり、それぞれに整理をしていただきたい。

(指摘事項 2 への対応)

- ・ 指摘事項を踏まえ、豪雨災害のみならず、地震や雪害といった豪雨災害以外の対応の情報も収集し、それぞれの災害の共通点と相違点も踏まえ、レジリエントなバスタの機能を整理した。

⑧研究成果

(本研究で得られた知見、成果、学内外等へのインパクト等について、具体的にかつ明確に記入下さい。)

本研究課題では、集約型の公共交通ターミナル「バスタ」を対象に、機能の計測・評価手法の開発と、要求機能について明らかにすることを目指し、大きく、テーマ1「集約型公共交通ターミナルの機能に関する研究」、テーマ2「スマートシティ拠点・評価手法の開発」の2つのテーマの研究を行った。結果として、ほぼ当初予定通りの成果を得ることができた。

1. 集約型公共交通ターミナルの機能に関する研究

(1)集約型公共交通ターミナルの動向の把握

- ・ 国内外の集約型公共交通ターミナルの整備コンセプト・運用・マネジメント方法等の動向を調査し、交通ターミナルと地域のコミュニティの拠点機能を統合したレジリエンス・ハブの概念や、同様のコンセプトで整備された事例(米・Transbay Transit Center)など、既往のバスターミナルにはない概念を得ることができた。

(2)大規模災害時の交通ターミナルの機能ニーズの把握

- ・ 既往の大規模災害について風水害のみならず、地震や雪害にも対象を広げてレビューを行い、交通ターミナルが果たした役割や人流や車両流動のパターンについて、特に災害発生後のフェーズを区分して明確化し提示することができた。

(3)レジリエントな「次世代バスタ」の導入戦略立案

- ・ レジリエントバスタに求められる機能は、従来の交通拠点が備えている機能に加え、災害時に災害対策本部のバックアップ等を行う「中枢機能」、災害時における交通機能の確保や帰宅困難者の一時滞在等の「防災機能」の拡充、平常時においても機能を発揮するようBi-Functionをコンセプトとした施設機能・運用を提案することができた。

2. スマートシティ拠点・評価手法の開発

(1)計測指標および計測方法の検討

- ・ 交通結節点の整備計画段階において、地域・交通に精通する学識経験者や災害時に対応に当たる関係者、過去災害の対応経験者等の「エキスパート」が、アンケートやディスカッションなど、定量的・定位的の両面から、検討地域に適したバスタに具備すべき機能を導出する手法を開発することができた。

(2)観測データの計測技術の開発

- ・ 人や車両の動きや都市内の状況をモニタリングする技術や、遠隔でもリアルタイムに状況や情報を共有可能なシステムを開発し、実証することができた。

(3)マネジメント組織のあり方の検討

- ・ 上述のBi-Functionをコンセプトとした施設機能・運用に基づき、官民が一体となって速やかに交通運用を含めた災害時のマネジメントを実施し、かつ、平常時のマネジメントを行う産官学の組織体の設立と運用を提唱した。
- ・ 西日本豪雨を経験した広島では、これを前提に組織された「災害時交通マネジメント検討会」を展開しており、また、こうした組織体の議論がバスタの新規整備や既往の交通ターミナルの運用において議論されており、このような組織体との平常時の連動が必要となることを提案した。

上記の成果を国内外の学術論文として公表するとともに、国土交通省や自治体の交通バスターミナル事業に対する検討へのフィードバックのほか、成果の実務への早期の還元を企図し、国際セミナー「モビリティハブが地域社会を変える」を開催し、多くの参加者があった。

⑨研究成果の発表状況

(本研究の成果について、これまでに発表した代表的な論文、著書(教科書、学会妙録、講演要旨は除く)、国際会議、学会等における発表状況を記入下さい。なお、学術誌へ投稿中の論文については、掲載が決定しているものに限ります。)

- 1) Hyewon Namgung, Makoto Chikaraishi, Akimasa Fujiwara: Influence of real and video-based experiences on stated acceptance of connected public transportation and autonomous vehicles in a transit mall: A hybrid choice modeling approach, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 173, 103695, 2023
- 2) Natsuki Nagasaka, Akimasa Fujiwara, Makoto Chikaraishi, Kiriko Sakata : An Analysis of Evacuation Decision-Making with Dynamic Discrete Choice Model Considering Situation Redefinition in Heavy Rainfall Disasters , The 102nd TRB Annual Meeting , University of the Ryukyus , 2023.
- 3) Hyewon Namgung, Makoto Chikaraishi, and Akimasa Fujiwara : Impacts of Real and Video experience on Stated Acceptance of Connected public transportation and Autonomous vehicle in a Transit Mall setting , The 87th Korean Transportation Association , 2022.
- 4) Binh Nguyen Mai, Thi Anh Hong Nguyen, Akimasa Fujiwara and Canh Do : Impacts of Adverse Weather on Mode Choice Behavior: A case study in Hanoi City, Vietnam , The 6th International Conference on Green Technology and Sustainable Development , Nha Trang University, Khanh Hoa Province, Vietnam , 2022.
- 5) 長坂奈月, 藤原章正, 力石真 : 豪雨災害時における状況の再定義を考慮した動的離散選択モデルによる住民の避難意思決定分析,第66回土木計画学研究発表会・秋大会,琉球大学,2022.
- 6) Shiratake N., and Kanda Y.: "A study on the Relationship between the Layout of Facilities and the Line of Flow of walkers at Large Railroad Stations", 5th NIT-NUU Bilateral Academic Conference 2022
- 7) 神田佑亮・富永凌太郎・赤木大介・重光裕介・藤原章正:” 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一考察-平成30年7月豪雨の広島～呉間の交通を対象として-”, 土木学会論文集D3(土木計画学:政策と実践), 78巻6号, pp. II-400-408, 2022
- 8) 渡邊芳樹, 神田佑亮, 藤原章正: "SNSを用いた大規模災害発生後の交通政策に対する住民感情抽出手法に関する基礎的研究～西日本豪雨での災害時BRTを対象として～", 土木学会論文集F6(安全問題), 77巻1号 pp. 14-27, 2021
- 9) 渡邊芳樹, 神田佑亮, 重光裕介, 藤原章正: "大規模災害発生後の交通障害とその対応に関するSNS投稿特性に関する基礎的研究", 土木学会論文集D3(土木計画学), 76巻5号, I_193-I_208, 2021
- 10) 伊藤昌毅, 諸星賢治, 太田恒平, 森山昌幸, 神田佑亮, 藤原章正: "災害時の公共交通情報提供プロジェクト: 西日本豪雨の際の広島・呉間での実践", 土木学会論文集D3(土木計画学), 76巻5号, I_1465-I_1475, 2021
- 11) 濱松凜・神田佑亮・藤原章正:”大規模自然災害発災後の交通マネジメントに関する事例研究～阪神大震災・西日本豪雨災害を対象として～”, 土木計画学研究・講演集, Vol.66, CD-ROM, 2022
- 12) 山原けい・神田佑亮:” 電動キックボードの走行性の実証評価に関する一考察”, 土木計画学研究・講演集, Vol.66, CD-ROM, 2022
- 13) 松谷理央・神田佑亮・野田勇翔: "都市型バスターミナルの経営実態に関する研究", 土木計画学研究・講演集, Vol. 64, CD-ROM, 2021
- 14) 高雄悠太・神田佑亮・藤原章正・難波拓巳・山根啓典: "急斜面住宅市街地におけるグリーンスローモビリティの活用可能性に関する実証研究", 土木計画学研究・講演集, Vol. 64, CD-ROM, 2021
- 15) 沖田航周・神田佑亮・藤原章正: "平成30年7月豪雨発災後の生活交通行動 及び通勤・通学交通行動に関する分析", 土木計画学研究・講演集, Vol. 63, CD-ROM, 2021

⑩研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

<公開イベント(国際セミナー)>

- 1) タイトル: 『国際セミナー: モビリティハブが地域社会を変える』
※令和2年度「道路政策の質の向上に資する技術研究開発の募集(バスタプロジェクトの整備効果計測・評価に関する手法開発)」で採択された関連する研究プロジェクトにおいて知見を収集・共有することを目的として、合同セミナーを開催

概要: バスタ新宿の整備・供用を皮切りに、我が国では全国各地で交通ターミナルの検討が進められている。交通ターミナルが果たす機能は、単に交通結節機能のみならず、地域活性化、防災など、地域のハブとして様々な機能が期待されている。本セミナーでは、交通ターミナルに焦点を当てた国内外の研究や実践の動向を整理しつつ、今後の交通ターミナルのポテンシャルを評価・議論した。

日時: 2023年3月1日 9:00-17:00 現地・オンライン併用

会場: 呉森沢ホテル・オンライン(zoom)の併用

参加者数: オンライン約80名、会場約50名

主催: 広島大学・藤原章正 研究室, 東京大学・羽藤英二 研究室, 金沢大学・高山雄貴 研究室

共催: 広島大学防災減災研究センター, 土木学会土木計画学交通混乱時の交通マネジメントの理論再構築と社会への実装に関する研究小委員会

後援: 呉市

URL: <https://www.ykandalab.net/research-themes/seminar/>

<刊行物、雑誌等>

- 1) 「MaaSのサービス構築とデータ活用の最新動向2022」(共著), インプレスブックス, 2021
- 2) 「地域モビリティの再構築」(共著), 薫風社, 2021
- 3) 「関係者の総力を結集した交通確保策」, 平成30年7月豪雨災害・呉市災害記録誌, pp.188
- 4) 「「駅」の役割の再考」, 道21世紀新聞(Route Press 21st.), 第62号, 2022年11月

<招待講演等>

- 1) 藤原章正(2022): "A recovery planning of road network after natural disaster", KST 40th anniversary symposium
- 2) 神田佑亮(2021): "モビリティとスマートシティとまちのマネジメント", SCI-Japan ウェビナーシリーズA「スマートシティ101」, MaaS特集 モビリティとスマートシティ(第3回)「自動運転と地方におけるモビリティ活用」(約200人)

＜マスメディア（TV・新聞報道等）＞

- 1) 2020年11月28日 テレビ新広島「テレビ新広島「新たな移動手段「グリーンスローモビリティ」呉市で実証実験」
- 2) 2020年11月29日 中国新聞「呉でグリスロ試験運行 広島大・呉高専 急傾斜地や商店街」
- 3) 2020年12月2日 日刊工業新聞「電動低速車両 呉で実証開始 広島大・呉高専」
- 4) 2021年4月9日 NHK 広島「ラウンドちゅうごく バス新時代 始まった移動革命」
- 5) 2021年10月6日 NHK 広島「新たな移動手段「グリーンスローモビリティ」呉市で実証実験の様子を紹介」
- 6) 2021年10月6日 RCC テレビ「新たな移動手段「グリーンスローモビリティ」呉市で実証実験の様子を紹介」
- 7) 2021年10月7日 中国新聞「広島大と呉高専 課題探る 天応でグリスロ試験運行」
- 8) 2021年12月7日 山陰経済ウィークリー「呉高専の神田佑亮教授 備北丘陵公園で試乗会」
- 9) 2022年1月10日 中国新聞「歯止めかからぬ呉の人口減 中心部の利便性向上を」
- 10) 2023年1月30日 広島テレビ「西日本豪雨被災地の中学生がハザードマップを制作」

⑪研究の今後の課題・展望等

(研究目的の達成状況や得られた研究成果を踏まえ、研究の更なる発展や道路政策の質の向上への貢献等に向けた、研究の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

本研究では、主に平成30年7月豪雨（西日本豪雨）における研究メンバーの実践的な対応の経験も踏まえつつ、レジリエントな「バスタ」の要求・機能を探求してきた。バスターミナルが果たす機能は単にハード面のみならず、運用等マネジメントの面も重要である。現在バスタプロジェクトをはじめとした交通ターミナル整備事業が進められているが、一般的に交通ターミナルが供用されてから相当の間長期にわたって使用され続けられることから、特にマネジメント面の課題や技術的対応は今後も検証が必要となってくる。また、全国各地で様々な形態のバスタの事業化が検討されているが、より幅広い一般化が必要となってくる。

上記のような点は実践も踏まえて知見が蓄積されているものの、このような課題も引き続き注視しつつ、本研究期間の終了後も検討・検証を重ね、道路政策へ寄与したい。

⑫研究成果の道路行政への反映

(本研究で得られた研究成果の実務への反映等、道路政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

研究の遂行にあたっては、研究成果をより早く社会や実務に還元すること、また、バスタに関連する道路行政や、その他の行政・民間との連携を重視しながら丁寧に進めた。例えば成果の早期還元を企図し、2023年3月1日に国際シンポジウム「モビリティハブが地域社会を変える」を、バスタプロジェクト事業が進む広島県・呉市で開催した。国内外の研究者のほか、行政やコンサルタント等の実務者約130名の参加があった。その上で、これまでに研究成果が道路行政への反映された内容を以下に挙げる。

1. 国土交通省道路局「交通拠点の機能強化に関する計画ガイドライン」への検討成果の反映

国土交通省道路局が令和3年4月に策定・公表した「交通拠点の機能強化に関する計画ガイドライン」には、策定の検討にあたり共同研究者である神田が参画した。この中で、本研究プロジェクトの検討テーマであったレジリエントなバスタの機能要件が、「交通拠点に求められる機能」の部分、特に防災機能や情報提供の面、災害時交通マネジメントの面、関係機関との連携、交通ターミナルの運営の面で、本研究の知見に基づく提案が反映されている。

2. 進行中のバスタプロジェクトへの検討成果の反映

本研究で提案した技術は、早速バスタプロジェクト等の実務実践で活用されている。例えば呉駅前のバスタプロジェクトでは、非常時の対応も考慮したバスターミナルを拠点とした官民連携マネジメント組織の議論、設備設営の検討にも反

映されている。

3. 既存のバスターミナルの非常時対応への技術活用

2023年5月に広島で開催されたG7広島サミットの交通マネジメントでは、実証実験として検証したコントロールセンターが、交通ターミナルである広島バスセンターをハブとし、運用がなされた。

上記のように、研究成果は既に社会へ還元し、実装されているが、今後より多くの地域や事業で本研究の成果が少しでも寄与できるよう、今後も継続的に研究の進化と実用化に努める。

⑬自己評価

(研究目的の達成度、研究成果、今後の展望、道路政策の質の向上への寄与、研究費の投資価値についての自己評価及びその理由を簡潔に記入下さい。)

研究目的の達成度、研究成果

「バスタ」を対象に、平常時の運用と災害時の運用の両面からの要求機能を、概念整理とともに実証実験を通じ検証して、その結果を再度検討内容にフィードバックし、その有効性を示すことができた。初期の目的を十分に達成したものとする。

今後の展望、道路政策の質の向上への寄与

本研究グループは、「バスタ」を通じた含めた質の高い交通を実現するため、引き続き共同研究体制を維持し、本研究課題を発展させた新しい共同研究に着手している。同時に、国・自治体等の行政機関や交通事業者、交通ターミナルの施設運営者・開発者とも連携し、研究成果を即座にフィードバックするとともに、研究期間終了後も引き続き研究・検討・実装に向けた議論を続けている。また、海外の研究者との情報交換も続けており、国内にとどまらず国際的に道路政策の質の向上へ寄与することが期待できる。

研究費の投資価値

本研究期間中に実施した実証実験は、広くマスコミにより報道され、社会への影響と波及効果が大きかった。本研究のテーマである「レジリエントなバスタ」の概念は、事業化が進むプロジェクトへ反映されているとともに、他のプロジェクトからも問い合わせを受けている。また、実証実験で検証した交通ターミナルでのコントロールセンターの概念はG7広島サミット時の交通ターミナルで運用されるなど、当初想定していなかった活用もなされ、研究に対するフィードバックも得た。

これらの成果は国内外の学术界や実務界から評価され、学術論文として数多く公表していることから、十分な投資価値があったと評価できる。