

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発

## 【研究状況報告書（2年目の研究対象）】

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	[主領域] 新たな行政システムの構築 [副領域] 新たな情報サービスと利用者満足度向上	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
	3,500-	4,500-	5,000-	13,000-
※R2は精算額、R3は受託額、R4は計画額を記入。端数切捨。				
④研究者氏名（研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。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		
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・准教授		
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。）				
<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> <p>令和3年度は、集約型公共交通ターミナルの機能に関する研究、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、バスタの機能評価のための事例実証研究を行う。</p>				

## ⑥これまでの研究経過

(研究の進捗状況について、これまでに得られた研究成果や目標の達成状況とその根拠(データ等)を必要に応じて図表等を用いながら具体的に記入。)

### (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

国内外のバスターミナルを対象に、集約型公共交通ターミナルの整備コンセプト・運用・経営形態・平常時および非常時の双方のマネジメント方法等の動向を、文献や海外研究・事例レビュー等により収集・整理する。なお、国内のターミナルについては、アンケート調査及びヒアリング調査を実施した。

#### ・文献調査(抜粋)

バスターミナルに関する既往研究は限られているのが現状であるが、例えば、山本・森田・蛭谷(2015)によると、イギリスにおけるバスターミナルの設置・管理者は、地方自治体、バス事業者、バス事業者以外の民間事業者(空港会社やショッピングセンターなど)であると明らかにした。なお、イギリスではバスターミナルの多くは地方政府が保有・運営していると明らかにしている。また、内田(2009)は、地方管理18空港のうち、駐車場を有料にしているのは、4空港であり、その他は、無料で駐車場が提供されていることを整理しつつ、空港駐車場の無料化は収入の減少につながるため、効果を十分見極めたうえで進めるべき方策であると指摘している。これらを総括すると、公共交通ターミナル事業が単独では成立しにくいことを示唆している。

#### ・国内のバスターミナルを対象とした運営や拠点・機能に関するアンケート調査

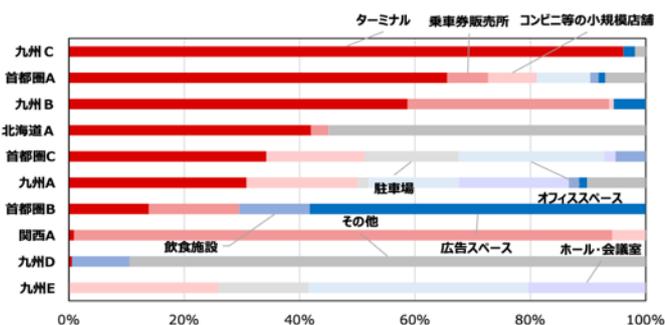
国内のバスターミナルのうち、建物内にバスターミナルを有し、ターミナル以外の施設を併設する施設(56施設)を対象に、運営形態、経営状況や拠点・機能ニーズを把握するためのアンケート調査を実施した(20施設から回答、回収率37%)。

回答のあったターミナルを見ると、特別目的会社(SPC)等を設立し、民間事業として運営されているバスターミナルは大都市に集中し、反面、地方部では公設・公営、あるいは交通事業者独自による民設民営のターミナルが多かった。加えて売上の構成を見ると、ターミナル収入および交通事業による関連収入の比率は低く、飲食やオフィス賃貸、駐車場等の付帯事業収入の比率が高くなっていることが明らかとなった。

#### ▼バスターミナルの保有・運営形態の分類

	保有	運営	施設名
A)	公設	公営	陸の港西淡(兵庫) 諫早ターミナル(長崎)
A')	公設	公営 (指定管理)	宋バスターミナル(愛知)
B)	民設	公営	
C)	公設	民営	佐賀駅バスセンター(佐賀)
D)	民設 (運営目的会社設立)	民営	博多バスターミナル(福岡) 新札幌バスターミナル(北海道) 札幌駅バスターミナル(北海道) 別府交通センター(大分) 横浜シティ・エア・ターミナル(神奈川) 東京シティ・エア・ターミナル(東京) 草津温泉バスターミナル(群馬) 大村ターミナル(長崎)
E)	公・民合築	公・民	麻生バスターミナル(北海道)
F)	民設	民営	南国交通バスターミナル(高知) 伊那バスターミナル(長野) 長崎県営バスターミナル(長崎)

#### ▼回答のあったターミナルの売上構成比



## 2) 大規模災害時の交通ターミナルの機能ニーズの整理

過去に発生した大規模自然災害（西日本豪雨、R2.7 熊本豪雨等）も含め、直近の大規模自然災害時の交通運用について情報を整理し、普遍的な要素を抽出した上で、発災後の時間経過を考慮した交通ターミナルの機能ニーズについて、防災機能を中心に把握した。

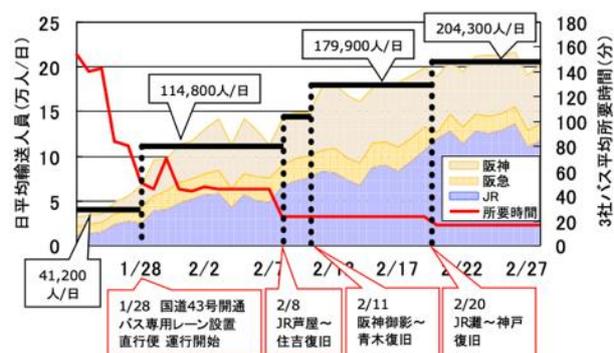
### ① 既往の大規模自然災害発災後の交通運用対応タイムライン（時間経過）の整理

交通障害が発生した過去の大規模自然災害（西日本豪雨、R2.7 熊本豪雨等）について、発災直後からの人々の流動パターン、交通マネジメント策及び交通ターミナルが果たした役割を整理した。（西日本豪雨（平成30年7月豪雨），令和元年台風（首都圏），熊本地震，東日本大震災，阪神大震災）

#### ・阪神大震災

1995年1月17日に発災した阪神大震災では、発災後6日目の1月22日に代行輸送を検討するも、被害の大きさや体制整備のため、一度延期が検討されたものの、運行開始日を当初予定の翌日の1月23日（木）に改められ運行された。その後交通規制、バス専用レーン等が導入され、また輸送力も向上するとともに、鉄道の段階的復旧により、所要時間が短縮、輸送人員も向上していった。

日時	鉄道	バス代行輸送
1/17	5:46 11時 夜	地震発生 近畿運輸局から鉄道事業者にバス代行輸送指示
1/18	6時	本線上脱線車両確認(JR) 脱線車両搬送開始(JR) 緊急車両通行路線指定 運行開始日を1/22とする計画案を作成(JR)
1/19	20時	39/51区間で運転再開(JR) 23/50区間で運転再開(阪急)
1/20		42/51区間で運転再開(JR) 鉄道施設被害状況判明(JR) 災害による交通規制(神戸市) 運行開始日を1/30に修正(JR)
1/21		近畿運輸局主導で運行開始日を1/23とする案に再修正(JR)
1/23		須磨～西明石間運転再開(JR) バス代行輸送開始、各駅停車便のみ(JR・阪急・阪神)
1/24		国道2号交通規制
1/25		甲子園口～芦屋間運転再開(JR) 脱線車両搬送終了(JR)
1/27		国道43号開通/バス専用レーン設置 各駅停車便+ノンストップ便運行開始(JR・阪急・阪神)



### ② 大規模災害時の交通ターミナルの機能ニーズの整理

「交通拠点の機能強化に関する計画ガイドライン」（令和3年4月、国土交通省道路局）では、バスタに求められる機能は、以下で整理されている。

#### ▼バスタに求められる機能

区分	機能
交通拠点の機能	バスやタクシー等への乗降や乗降までの移動・待合、また、車両の拠点内の移動や停留・待機、交通ターミナルの運営等、交通拠点が備えるべき基本的な機能 交通拠点における多様な交通モードが一体となって機能するよう、交通モード間を円滑に接続するための機能
防災機能	交通拠点の交通機能を災害時においても確保するための機能
地域の拠点・賑わい機能	まちづくりと連携し、賑わいのある空間を創出するための機能
サービス機能	交通拠点を利用する歩行者の利便性向上に係る各種サービスの提供を行うための機能
景観機能	交通拠点として地域の顔にふさわしい景観の創出、また、訪れる人にゆとりや安らぎを与えるための機能

大規模災害時においては、平常時の交通拠点機能から災害対応の交通拠点モードに速やかに移行できることが必要であるとともに、各種の物資・人員の受入機能、災害・交通に関するリアルタイム情報の受発信機能を具備すべきである。また、平常時においては、前述の文献調査、アンケート調査から、駐車場、賃貸オフィス等の収益機能が交通ターミナルの運営面からは必要な機能であり、

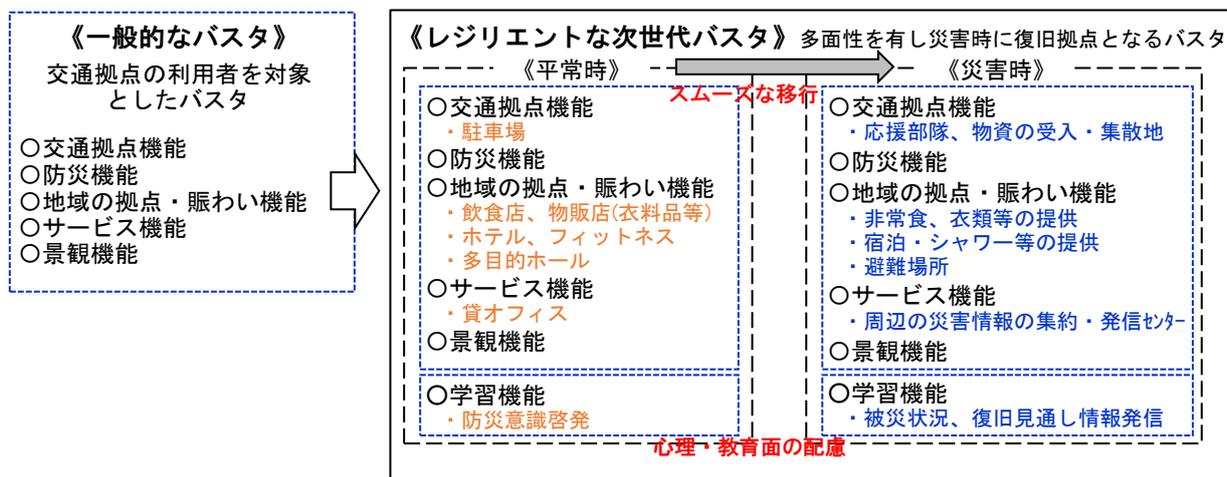
これらの機能も災害対応時には機能の特性を活かして災害対応に移行できることが望まれる。

### 3) レジリエントな「次世代バスタ」の導入戦略立案

交通結節点のニーズが多様化・複合化する中、地方都市の交通結節点も含む「次世代バスタ」に必要とされる、機能条件、施設等の戦略を立案した。

要求機能の明確化にあたっては、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や、事例実証研究における心理・健康・教育など人々のライフスタイルやQOLなど活動レベルのアプローチからの検討で得られる成果も踏まえたものとした。

- ・本研究における文献調査、アンケート調査結果を踏まえると、地域都市のバスタでは、施設運営面において、ターミナル収入だけでの運営は厳しいことから、飲食・オフィス賃貸、駐車場等の付帯事業による収入比率が高くなっており、交通利便性を活かした収益機能の導入が必要と考える。
- ・また、本研究のテーマである「レジリエントな次世代バスタ」は、地方都市の特性を踏まえて、平常時の交通・情報・交流・ビジネスの拠点であるとともに、避難機能、各種の物資・人員の受入機能、災害・交通に関するリアルタイム情報の受発信機能の拠点となるなど、レジリエントな次世代バスタが災害に強いスマートシティ拠点となるため、対象とする利用者像は、交通拠点の利用者だけではなく、平常時・災害時を含めて幅広い対象者を想定する。
- ・各種機能は、利用に慣れている機能であることが災害時における効率的な利用につながることから、平常時にも利用されている機能が、平常時の機能の延長線上として、災害時の機能として利用される“Bi-Function”性を有することで、効果的・効率的な拠点形成を図る。



## (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

### 1) 学術情報の収集

災害に強いスマートシティ拠点を形成するために必要な最先端の計画技術、基礎となる理論・実

実践研究に関連する情報について、スマートシティの構築・拡大に関するセミナー等へ参加し、スマートシティ拠点に必要な機能や技術、推進体制等について把握した。

### ▼スマートシティ構築に関する主なキーワード

	キーワード
SC 拠点に必要な機能	都市サービスの効率化/多様な移動手段/資金的持続可能性/人を呼び込む機能/健康増進/防災/地域産業活性化/コミュニティの場
SC拠点に必要な技術	都市OS/カーボンニュートラル/DX (デジタルトランスフォーメーション) /自動運転/MaaS/AI/小型自動車/リアルタイム/ システムのセキュリティ・メンテナンス/センサーネットワーク
推進体制	参加型民主主義プラットフォーム/オフラインとオンラインの併用/Decidim/評価KPI /官民・大学連携/

## 2) 実践事例情報の収集

スマートシティのモデル都市について、スマートシティ拠点やマネジメント組織等の状況の情報収集を行った。なお、COVID-19などの影響により訪問および対面ヒアリングが困難であり、セミナーなどの聴講により情報を収集した。

### ■国内外のスマートシティ関連セミナー等からの情報収集

国内外のスマートシティ関連情報として以下を整理した。

### ▼海外のスマートシティに関する情報

	(1) ヘルシンキ カラサタマ地区	(2) バルセロナ	(3) ノルウェー	(4) EU全体
SCの取組 開始時期	2013年～ (設計・施工・試行)	2000年代～	2018年頃～	2005年頃～(コンチェルト イニシアチブ)
SCの概念 (ビジョン)	<ul style="list-style-type: none"> <li>One more hour a day (スマートなサービスによって市民の時間を毎日1時間節約、住民の生活の効率化・質の向上を重視)</li> <li>City as a Service (包括的なサービスをシームレスに提供)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Barcelona 5.0 will be an inclusive, productive, self-sufficient, smart and innovative city, favoring communities and public spaces. (包括的、生産的、自給自足、スマートで革新的なまちへ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Smart cities and communities focus on people, while using new technology, innovative methods, collaboration and co-creation to become more sustainable, attractive, productive and resilient. (より持続可能で魅力的、生産的かつ強靱になるために、スマートシティと地域社会は人に焦点を当てた上で、新たな技術、革新的な方法、協働と共創を活用する。)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A smart city goes beyond the use of digital technologies for better resource use and less emissions. (デジタル技術を使うだけでなくより良い資源の利用、より少ないCO<sub>2</sub>排出を目指す)</li> </ul>
検討・ 実装状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>2010年頃から旧港及び産業跡地を開発</li> <li>2020年に世界第2位のスマートシティに選定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>バルセロナでは世界に先駆けてスマートシティプロジェクトを開始しており、スマートなごみ収集管理、スマートパーキング等、様々な実践事例がある。</li> <li>スマートシティの先を目指し、DXの推進等が進められている。(Barcelona Digital City)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2018年12月、2019年1月に国全体から約150人の代表者を募り、ビジョン策定に向けたワークショップを計3回実施している。</li> <li>WS開催期間中は、関係者間で定例会議を実施していた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2011年からスマートシティ・スマートコミュニティ産業界イニシアチブが発足、8,100ユーロ予算</li> <li>ホライズン2020でエネルギー、交通、ICTを統合するSC向けの技術開発プロジェクト(ライトハウスプロジェクト)が始まっている。</li> </ul>

	(1) ヘルシンキ カラサタマ地区	(2) バルセロナ	(3) ノルウェー	(4) EU全体
体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forum Virium Helsinki (ヘルシンキ市の外郭非営利団体)</li> <li>市、政府、市民、中小企業、大学などによる運営委員会を持つ。</li> <li>資金はEU、ヘルシンキ市、雇用経済省など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>市民、起業家、大学、市、行政機関等が協働して推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地方自治体、総務省、環境省、行政機関、研究機関等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自治体、研究機関、産業界、地元住民が協力して活動</li> <li>スマートシティステークホルダープラットフォーム (ステークホルダーの提携を支援)</li> </ul>
特徴など	<ul style="list-style-type: none"> <li>アプリを用いたシェアスペース・駐車場</li> <li>自動運転 (robobus)</li> <li>カーボンニュートラルに向けたエネルギーや水消費の調整</li> <li>2015年からアジャイルパイロットプログラムとして、予算5,000～10,000ユーロ、6ヵ月以内で実証実験を実施→50件以上の実施済み</li> <li>Whim (MaaSアプリ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>デジタルツイン</li> <li>センサーから集めた情報を一元管理する統合プラットフォーム「センチーロ (Sentilo)」を開発して公開している。</li> <li>過去データから将来を予測するビッグデータ分析のための「CityOS」も開発中</li> <li>22のプログラム (電気通信ネットワーク、都市基盤、スマートデータ等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8つの原理               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 人を中心に据える</li> <li>2. 大きな絵を描く</li> <li>3. 気象や環境優先</li> <li>4. 包摂と共創の推進</li> <li>5. 次世代ビジネスに着目</li> <li>6. オープンデータをシェアし、活用する</li> <li>7. 能力を高めて変化を容認する</li> <li>8. グローバルに考え、ローカルに動く</li> </ol> </li> <li>6つのビジョン (魅力的、包括的等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>バイオマス、太陽熱、地熱エネルギー</li> <li>スマートグリッド</li> <li>IoTを活用した水の供給、ごみ収集</li> <li>スマートシティ基盤ソフトウェアFIWARE</li> <li>エネルギー分野だけでなく、交通分野とICT分野を積極的にSCにより融合させ、包括的な観点からSC実現が目指されている。</li> </ul>

- 【参考資料】
- Forum Virium Helsinki website (<https://fiksukalasadama.fi/en/>)
  - Josep-Ramon Ferrer, BARCELONA' S SMART CITY VISION:an opportunity for transformation (<https://journals.openedition.org/factsreports/>)
  - The National Smart City Roadmap ([https://doga.no/globalassets/pdf/smartby-veikart-19x23cm-eng-v1\\_delt.pdf](https://doga.no/globalassets/pdf/smartby-veikart-19x23cm-eng-v1_delt.pdf))
  - 田代真人, 飾森正 (2017.8) 「IoT活用による都市のスマート化の取組み～欧州, そして日本における今後の展望～」, 電気設備学会誌
  - 深谷薫 (2017.6) 「欧州 スマートシティ化へ向けて」, ジェトロセンサー
  - 国立研究開発法人 情報通信研究機構 (2017.3) 「欧州におけるIoTとスマートシティの研究開発に関する動向」
  - PwC Japan (2020.2) 「2050年 日本の都市の未来を再創造するスマートシティ」

### ▼国内のスマートシティに関する情報

名称	主な内容	関係団体等
スマートシティ会津若松	<p>様々な分野でICTを手段・道具として活用し、安全・安心で、利便性が高く暮らしやすいまち、住み続けられるまちを創る。市や会津大学、地域の事業者、AiCT 入居企業のほか、地域外の企業や団体などの多様な主体が連携しながら、様々な分野で波及効果を生み出し、交流人口等の拡大や人口減少への歯止めにつながるよう取組を進めていきます。</p> <p>【テーマ】 「安心して快適に生活できるまちづくり」、産業振興を含めた「地域活力の向上」、「まちを見える化」し、まちづくりに役立てていきます</p>	スマートシティ会津若松推進会議 (観光、医療、流通、ICTなどの各産業分野の代表者や会津大学、県・市職員などで構成)
北九州スマートシティコミュニティ創造事業	<p>北九州市の経済成長を担う新たな産業として育成。さらに、本事業を通して、新しい交通システムの構築、ライフスタイルの変革など、市民生活の向上や地域の課題解決につながる新しいまちづくりにつながる取組みを推進。</p> <p>【テーマ】 「地域のエネルギーと需要に応じた役割をデザインしたまちづくり」</p>	北九州スマートコミュニティ創造協議会 (77企業・団体)
浜松市デジタル・スマートシティ構想	<p>人口減少・少子高齢化やインフラ老朽化、コロナ禍の状況においてデジタルの力を最大限に活用し、「市民QoL (生活の質) の向上」と「都市の最適化」を目指し、デジタルで“繋がる未来”を官民で共創する。</p> <p>【第一期 (2020～2024年度) 重点取組分野】 ①本市の強みを活かした取組、②ウィズコロナ、ポストコロナのニューノーマルや安全・安心への対応、③課題解決型アプローチによる持続可能で包摂的な社会の構築に向けた取組、④推進基盤の構築や強化</p>	浜松市デジタル・スマートシティ官民連携プラットフォーム (浜松市、商工会議所、金融機関、大学等により構成)
スマートシティ加賀構想	<p>加賀市がおかれている危機的状況をピンチではなくチャンスとして捉え、スマートシティを推進することにより、諸課題を解決し、市民生活の質の向上と稼ぐ力を強化し、持続可能な加賀市の未来を創造する。</p> <p>【テーマ】 「市民の生活の質の向上」「来訪者の満足度向上」「稼ぐ力の向上」</p>	—

### 3) 観測データの計測技術の開発

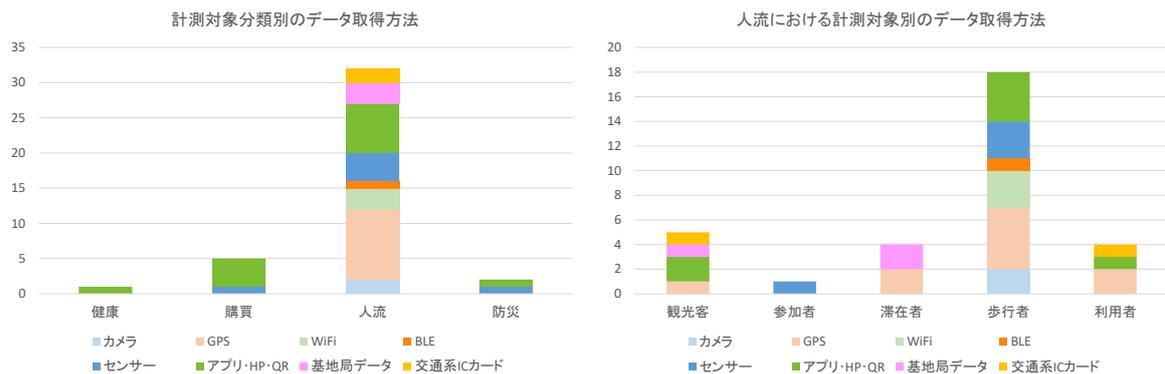
「次世代バスタ」の導入戦略立案における機能条件や、事例実証研究における成果を踏まえ、交通・人流等のデータを収集・解析し、スマートシティ拠点の評価手法の基礎的開発を行った。

#### ① 観測データの計測技術及び計測事例の整理

スマートシティの実証事業を行っている地区において、「人流」の計測対象、計測方法、取得情報の事例を整理した。人流の計測方法は、カメラ、GPS、WiFi、BLE、センサー、アプリ・ホームページ・QRコード、基地局データ、交通系ICカードデータに大別でき、健康・購買などの趣向・意識に関するデータ計測はアプリでの計測が多く、趣向・意識などに関係なく歩行者の流動を計測する場合はカメラ、GPS、WiFi、BLE、センサーが利用されることが多い。

GPS、WiFiによる計測技術は、市販システムや独自開発によるシステムが多く、専用性は高いが開発期間が長く・高コストが想定され、災害時における緊急的な対応は難しく、複数の被災箇所計測するため安価で即応的に対応が可能となるシステム選定が必要となる。

#### ▼計測技術の類型化



#### ② スマートデータが計測可能なモビリティシステムの検討

災害時には、緊急的な対応が求められることから、原則としてパッケージ化された商品ではなく、即応的に対応できる機器の組み合わせによりモビリティシステムの構成を検討した。

#### ▼モビリティシステムの検討

状況	想定ニーズ	検証内容	検証結果・実証実験への反映
災害時における生活交通遮断	ラストマイルの移動 →幹線交通との連絡手段の確保	リアルタイム車両位置情報受発信システムの構築 検証機器 ・Google Map ・独自開発システム ・広島公共交通ナビくるけん	【幹線交通】 ・路線バスの位置情報を公開しているサービスは「広島公共交通ナビくるけん」のみであるため、実証実験で利用する。 【生活交通】 ・位置精度・更新頻度・共有数を検証し、「独自開発システム」を実証実験で利用する。
災害時における車両通行の安全確保	道路状況等のリアルタイム取得 →通行可能ルートを選定 被災情報の共有など	リアルタイム道路情報収集システムの構築 検証機器 ・スマカメ2 ・iphone (スマホ)	【リアルタイム発信】 ・画質・トラブルへの対応の容易さ・車両への設置の容易さを検証し、「スマカメ2」「iphone」を併用する。

	狭路における離合の安全確保・円滑化	即応的な離合システムの構築 検証機器 ・nature remo mini2 ・どこでも人感センサー ・Apple homekit	【路車間通信】 ・位置情報による操作の有無、歩行者検知、通知方法等を検証し、車両接近情報は「nature remo mini2」、歩行者等接近情報は「どこでも人感センサー」を利用する。 【車車間通信】 ・両車両に設置したセンサーが直接通信できる「Apple homekit」を利用する。
発災時の現地活動拠点の構築	スムーズな情報受発信拠点の構築	現地オペレーションセンターの設置	【情報受発信拠点】 ・総合的な情報受発信拠点として必要な機能を検証し、「位置情報」「路面状態」を確認できる拠点を構築する。
	限られた人員での運行管理	効率的な運行管理システムの構築	【運行管理システム】 ・運行記録の一元性、リアルタイム性、セキュリティを検証し、クラウドで管理できる「Google スプレッドシート」を利用する。

### (3) バスタの機能評価のための事例実証研究

#### 1) バスタ機能評価実証実験の実施

##### ① 災害時対応型交通サービス対応実験

###### a) 実験の目的

本実験においては、災害時や大規模イベント時を想定した“公共交通輸送体系を講じた場合の交通結節点機能のあり方”を検証することを目的とするとともに、“交通結節点のスムーズな導入立案・交通運用のためのデータ収集・解析”を行うことを目的とした。加えて、グリーンローモビリティを単に人を運ぶ機能だけではなく、スマートシティ機能の面ではセンサー機能としての機能を付加し、対象地域とは遠隔の対応拠点でモニタリング・分析する、遠隔のバスタ内の対応拠点をイメージした際の可能性を検証することを目的とした。

###### b) 実験地区の選定

実験地区として、呉市の地域拠点の一つである天応地区を選定した。

呉市天応地区は、避難生活時の移動困難性が買物やバス・JR利用などの日常生活の移動環境と類似している上、H30.7豪雨災害の教訓を踏まえた実験が可能である、さらに、行政拠点（天応支所・市民センター）・バス（大屋橋）・JR（天応駅、呉ポートピア駅）が比較的近接しており、避難拠点になる市民センターを小さな交通結節点とし、地区内の端末交通システムの可能性を検証できる地区である。



### c) 実験車両

発災して数週間後には、主要な道路は啓開されるものの、一般車両の通行は制限されることが想定される。また、ガソリンの調達が困難な状態が継続することも想定されることから、本実験では、小型・電動モビリティであるグリーンスローモビリティを用いた。



使用車両①  
車両タイプ：カート型  
乗車可能人数：最大4人



使用車両②  
車両タイプ：カート型  
乗車可能人数：最大4人

### d) 運行計画

本実験におけるグリーンスローモビリティの運行計画は、以下のとおりとし、延べ10日間車両運行を行った。

項目	実施内容	摘要
実験期間	令和3年10月6日(水)～令和3年10月15日(土) 延べ10日間運行	10/6出発式、フリー試乗会 10/13狭隘部車両安全離合 等の実験実施。
利用対象者	天応地区住民を基本	貨客混載で運行 ※生鮮食料品は対象外
運行時間	9時頃～17時頃	
運行形態	定時定路線運行、市民センターを拠点とする地区 内に4つのルート設定	
運賃	無料(貨客とも)	
ドライバー	地元タクシー事業者	

項目	実施内容	摘要
予約受付	事前予約：地元自治会経由で利用者を公募 随時予約：オペレーションセンター（OC）で現地又は電話受付	※「高齢者が多いため、携帯アプリによる予約システムの利用は困難」との意見を踏まえ、現地又は電話予約とした。
実験協力	○つなごう@天応（呉市公益活動団体） ※「天応グリスロサロン」（OC内設置）運営補助 ○平和タクシー株式会社 ※ドライバー派遣 ○株式会社良品計画（無印良品） ※貨客混載実験協力（商品販売）	

▼PRチラシ



■乗車の様子



■乗車の様子



■サロンでの予約受付の様子

e) 検証システム

本実験における検証システムについて、先述のとおり、発災時に即応的に対応できる機器を用いて構築した。本実験で利用したシステムは、以下に示すとおりである。

■車載システム

○リアルタイム車両位置情報発信システム

地図上に車両位置がリアルタイムで表示されるため、スマートフォンやパソコン等を通して、利用者は車両位置情報を随時把握することができた。



車両位置情報の確認画面

### ○リアルタイム道路情報収集システムの構築

iphone・スマカメ2により車両から送られる映像はオペレーションセンターでも見ることができ、乗車待ちの利用者は、モニターを通して道路混雑状況等をリアルタイムで把握できた。また、緊急時にはzoomシステムを利用して、車両（ドライバー）・オペレーションセンター（オペレーター）の双方向からの通信を可能とした。



車両に設置した iphone

### ○運行管理システム

ドライバーとオペレーターが同じ情報をリアルタイムで共有し、随時変化する予約・キャンセル情報を両者が同時に共有した。また、乗降状況をリアルタイムで管理できるため、比較的直前の乗車予約などにも対応できた。



システムの操作画面

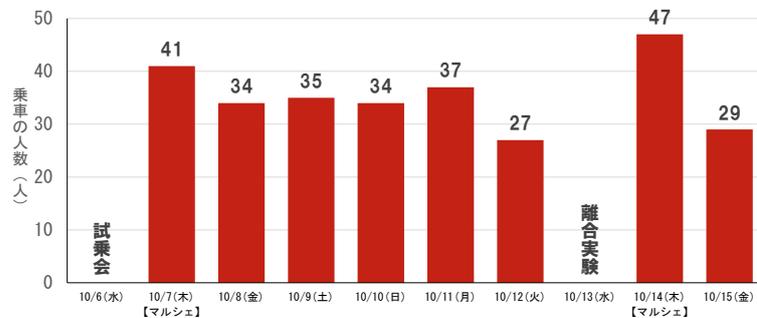
## f) 運行結果

### ■利用状況

- 実験期間中の延べ乗車人数は284人であった。（視察等含む）
- 期間中のピークは10/14（木）で、実験拠点（オペレーションセンター設置）とした天応ふれあい集会所前駐車場で期間中2回目のマルシェが開催された日であった。
- 利用者からは、「移動に大変便利」、「風が気持ちいい」等の好評の声が多く寄せられ、また、地域の子供たちからもアトラクション的な乗り物として人気であった。



▼実験期間中の日別乗車人数（視察等含む）



### ■利用車両適性

- 坂道が多く、狭隘な道路が多い天応地区において、小回りのきくグリスロは、タクシー等は走行できないエリアまで入ることができ、地域の端末交通として大変有効であった。
- 一方で、発災時の活用については、「瓦礫が散乱する中では、グリスロは走行できないのではないかと」危惧する声もあった。発災直後については、瓦礫の問題の他に緊急車両の走行や復旧活動車両の走行を優先する必要があるため、時速19Km以下で走行するグリスロの導入は適さないと



言える。

○しかし今回の実験は、発災2週間後くらいを想定したものであり、概ねの道路啓開等が実施されており、グリスロの導入に大きな問題はないと考えている。



### ■情報発信と共有

○道路の被災情報や混雑情報などを収集する即応的な対応として、iphoneとzoomを活用して映像通信を試みた。結果、オペレーションセンターでの状況分析にも十分活用可能であり、位置情報と映像記録を用いることにより、発災時の被災状況等を道路管理者等とスムーズに情報共有することが可能である。また、現地映像は遠隔地からもzoomを活用して共有した。遠隔地での同時情報共有についても問題なく対応でき、複数地点からの現地管理が可能である。



### ■オペレーションセンター設置・運営

○オペレーションセンターは、実験中、地域住民の交流の場としても活用され、「人・物・情報」が集まる場として、平常時、災害時問わず活用が可能である。特に災害時には、水や食料等の緊急物資の配布拠点、グリスロを活用した配布拠点としての利用が想定される。

○オペレーションセンターの運営体制については、通常時については、乗車予約受付や案内、運行状況管理のために最低2名程が必要となる。ただし、スマホを利用した予約受付システムを用いることにより、省力化を図ることは可能であるとする。

○発災時については、通常時の作業に加え、緊急物資等の受付・配布・運搬等に関する管理・調整作業が発生することが想定され、通常時にスタッフ数に対し、さらに数名のスタッフの増員が必要となる。

## g) 検証結果の概要

### ■日常利用としての利便性

○日常的な利用に関するグリスロの利便性については、回答者の6割が“大変便利”と回答しており、“まあまあ便利”を合わせると9割以上が「便利である」と感じている。これは、天応地区の坂道が多い地形条件が反映された回答であると思われる。

項目	回答者数					割合				
	大変便利 だと思う	まあまあ便利 だと思う	便利だと思 わない	分からない	無回答	大変便利 だと思う	まあまあ便利 だと思う	便利だと思 わない	分からない	無回答
天応駅ルート	25	7	0	0	0	28.4%	8.0%	0.0%	0.0%	0.0%
大西ルート	7	2	1	0	0	8.0%	2.3%	1.1%	0.0%	0.0%
東久保ルート	11	8	1	0	2	12.5%	9.1%	1.1%	0.0%	2.3%
福浦・伝十原ルート	7	11	0	0	2	8.0%	12.5%	0.0%	0.0%	2.3%
未記入	3	0	0	0	1	3.4%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%
総計	53	28	2	0	5	60.2%	31.8%	2.3%	0.0%	5.7%

### ■グリスロへの期待

○グリスロへの期待としては、7割以上が“日常生活の利便性向上”と回答しており、続いて、“外出機会の増加”や“災害復旧時の移動確保”などへの利用を期待する回答が多い。

項目	回答者数						割合					
	外出機会の増加	外出エリアの拡大	日常生活の利便性向上	災害復旧時の移動確保	その他	期待できない	外出機会の増加	外出エリアの拡大	日常生活の利便性向上	災害復旧時の移動確保	その他	期待できない
天応ルート	16	9	25	12	0	0	18.2%	10.2%	28.4%	13.6%	0.0%	0.0%
大西ルート	5	2	8	3	0	0	5.7%	2.3%	9.1%	3.4%	0.0%	0.0%
東久保ルート	6	2	17	5	0	0	6.8%	2.3%	19.3%	5.7%	0.0%	0.0%
福浦・佐十原ルート	8	2	13	6	0	0	9.1%	2.3%	14.8%	6.8%	0.0%	0.0%
未記入	3	1	1	0	0	0	3.4%	1.1%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%
総計	38	16	64	26	0	0	43.2%	18.2%	72.7%	29.5%	0.0%	0.0%

### ■災害時におけるグリスロの有用性

○災害時におけるグリスロの有用性については、55%以上が“大変役立つと思う”、“まあまあ役立つと思う”と回答している。

	(N=88)	回答数	割合
大変役立つと思う		28	31.8%
まあまあ役立つと思う		21	23.9%
役立つなと思う		7	8.0%
分からない		13	14.8%
未記入		19	21.6%
合計		88	100.0%

### h) その他実証実験の結果概要

#### ■路線バス・グリーンスローモビリティ移動情報の受発信方法の検証

モニターを通して、路線バスとグリーンスローモビリティの情報をリアルタイムに提供した。これにより、双方の利用者の次の移動手段へスムーズな乗り継ぎを可能とした。



#### ■貨物配送ニーズの検証

グリーンスローモビリティを活用した、通常時・災害時における貨物配送需要の把握と配送に関する課題把握を行った。結果として、貨物配送サービス利用者は1組のみであった。地域住民との話では、地域に高齢者は多いものの「自分のことはできるだけ自分です」との思いの方が多いため、利用が伸びなかったのではとのことであった。



今後、実装する場合には、地域住民の感情にも配慮した仕組みづくりが重要となる。また、商品販売者と配送者が異なる場合、商品代金の徴収方法などについても工夫が必要である。

#### ■即応的な離合システムの有効性検証（路車間通信）

狭隘道路における安全な離合を確保するため、路車間通信による離合実験を実施した。即応的対応として市販のセンサーを用いたが、無事、交差点部へ車両の近接情報を伝えることができた。ただし、センサーによる情報伝達については、周辺の建物の立地状況や電波状況などに影響することが懸念されるため、今後、高精度な通信機材の新たな開発に期待するところである。



### ■グリスロ走行影響実験

グリスロ走行に対する周辺車両（後続車両）の走行への影響観測を行った。走行中のグリスロの後続車両は、常時、ブレーキを踏み続けている状況であり、一般車両の通行への影響は否めない。



○ブレーキoff    ○ブレーキon    ○ブレーキon    ○ブレーキoff    ○ブレーキon    ○追い越し

### ■現地活動拠点のあり方の検証

本実験期間中、活動拠点として「天応ふれあい集会所」1Fにオペレーションセンターを設置した。オペレーションセンターでは車両からの情報、利用者からの情報、接続交通の情報など各種情報を集約し、運行管理の徹底を図るとともに、地域の方々への情報発信を積極的に行った。また、当該施設には「天応グリスロサロン」を併設し、現地を訪れた人々の交流の場とした。平常時は交通拠点と地域の方の交流拠点を兼用することで、当該場所が交通拠点であることの認識が促進された。さらに、災害時においても災害時の各種活動拠点となることがスムーズに認識されるものとする。



## ② 災害時バーチャルミュージアム調査

多くの人々が集まる交通ターミナルは、平常時は、防災意識啓発に、災害時は、被災状況や災害復旧等の今後の見通し情報等を速やかに発信する拠点として機能することが期待される。そのため、情報発信拠点は、日頃より関心を高めておく必要があるため、ここでは、“災害時バーチャルミュージアム”の設置を念頭に、次年度計画する実証内容について企画・検討を行った。

検討内容は以下に示す通りである。

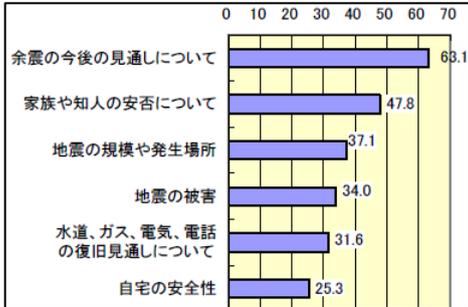
- 1) 過去の災害時の時系列情報ニーズやライフライン復旧状況に関する情報収集
- 2) 防災啓発施設に関する事例調査
- 3) 次年度実証内容の検討案

### a) 過去の災害時の時系列情報ニーズやライフライン復旧状況に関する情報収集

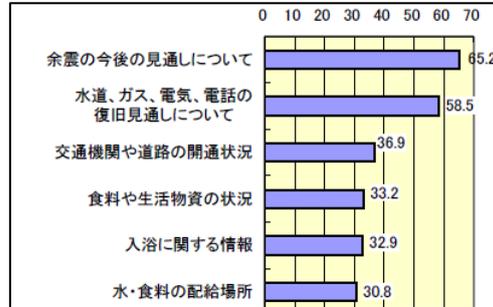
阪神大震災発生時において、当日及び1週間後に市民が知りたかった情報として、当日は余震や安否情報が上位であるが、1週間後にはライフラインの復旧見通し、交通機関・道路の開通状況、生活物資に関する情報に変化している。災害時には、刻々と求められる情報に変化することを念頭に情報発信が必要となる。

▼阪神大震災発生時の神戸市民の知りたかった情報

神戸市民の知りたかった情報（当日）

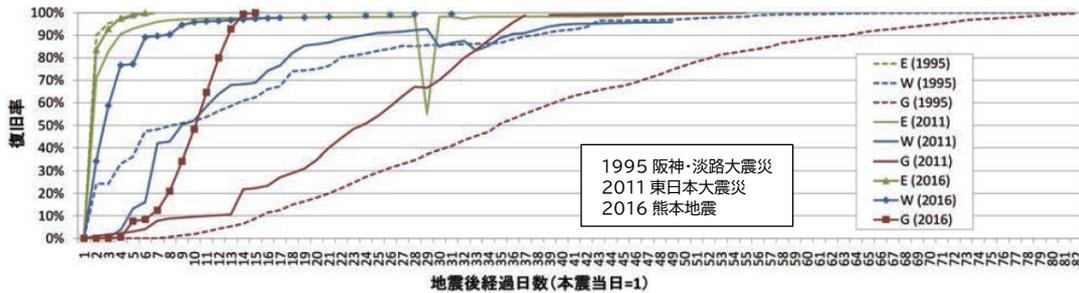


神戸市民の知りたかった情報（1週間後）



資料：内閣府、大規模災害発生時における情報提供のあり方に関する懇談会報告書、平成 19 年 3 月

▼停電(E)・断水(W)・都市ガス停止(G)の復旧曲線の比較



資料：能島暢呂,熊本地震における供給系ライフラインの被害と復旧, 消防防災の科学 (127), 30-34, 2017

b) 防災啓発施設に関する事例収集

全国の防災啓発施設や災害伝承施設に関する事例を収集した。今後、各施設のコンテンツを整理し、災害時バーチャルミュージアム検討の参考とする。

▼防災啓発・伝承施設

主に地震・津波系の施設



主に土砂災害・水害系の施設



### c) 次年度実証内容の検討案

次年度の実証では、情報提供するコンテンツに対するストレス軽減効果の検証を行う。呉駅利用者や市民等を対象に、発災から数週間後の状況に応じて必要とされる情報ニーズを把握するとともに、情報の正確性、情報提供の迅速性、情報更新頻度等の重要性について調査し、コンジョイント分析によりニーズの高い組み合わせを検討する。この結果を踏まえ、発災の後の限られたリソースの中で対応可能なやり方を自治体職員等に対してヒアリングし、窓口対応、掲示板、デジタルサイネージやAIチャットボット等の遠隔操作など運用方法を検討する。

#### ◆ライフライン復旧情報の例

◆ライフライン復旧情報の例			
因子	水準1	水準2	水準3
情報発信の迅速性 (最初の情報提供)	早い 発災数時間後～翌日	↔ 発災3日後	遅い 発災1週間後
復旧時期の正確性	高い 被害状況〇〇、応急措置〇〇日に復旧する見込み	↔ 被害状況〇、復旧は〇日以上かかる	低い 被害調査中で復旧に〇日以上(※他の災害事例では〇～〇日程度)
情報の更新頻度	高い 半日～毎日更新	↔ 2, 3日ごと	低い 1週間ごと



### < 研究の目的・目標からみた研究計画、実施方法、体制の妥当性 >

- ・ (1)および(2)では、既往研究の理論や課題などについて把握を行い、今後の研究・開発を進める上でのベースとなる成果が得られた。研究体制は広島大学・呉高専のメンバーを中心に、共同研究者（教育、心理等）適宜研究メンバー間で意見交換を行い、関係者からヒアリングも行った。議論を深めた。
- ・ (3)-1)①の実施に当たっては、GSMにもスマートシティの年度以降に実証実験を予定していたが、前倒して実施し、都市内マイクロモビリティの接続性に関するデータを得た。アンケート調査により意識面での接続可能性や受容可能性を確認した。走行記録データ等のデータも得ており、その解析はR3年度以降に実施する予定である。なお、調査および実験の実施に当たっては、大学の研究者を中心に進め、社会実験運営および調査技術を有するコンサルタントへの外注を行いながら実施した。
- ・ (3)-2)②の実施に当たっては、心理学・平和学の研究者とも連携しつつ検討を深めている。地域の博物館でもバーチャルを取り入れたコンテンツの検討が進んでおり、こうした施設とも連携した検討も視野に入れ、今後実証を行う予定である。
- ・ 上記2つの実証実験に多くのデータが得られており、R4年度以降、これまでのフィールドであった呉市と、社会実装に向けた確度を高めた検討（実証含む）を進めていく予定である。

## ⑦研究成果の発表状況

(本研究から得られた研究成果について、学術誌等に発表した論文及び国際会議、学会等における発表等があれば記入。)

- ・ 藤原章正ほか：“災害時における始業時刻及び出発時刻選択の均衡分析”，日本交通政策研究会，日交研シリーズA-826, 45p., 2021
- ・ Fujiwara A., Chikaraishi M. et al：“Autonomous Bus Pilot Project Testing and Demonstration Using Light Rail Transit Track”，International Journal of Intelligent Transportation Systems, in press.
- ・ Fujiwara, Y., Urata, J., Fujiwara, A., Chikaraishi, M.：“Exploring Diversity of Public Transport Usage with Smart Card Data and Its Associations with Accessibility and Land Use Patterns”，Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies (In Press).
- ・ 藤原悠，浦田淳司，藤原章正，力石真：“交通系ICカードデータを用いた公共交通利用の多様性評価と都市計画への政策的示唆”，土木学会中国支部第73回研究発表会発表概要集（CD-ROM），2021
- ・ 神田佑亮・伊藤昌毅・諸星賢治・太田恒平・藤原章正：“自然災害発生後の交通障害に適応した情報提供の高度化に関する実践研究”，土木計画学研究・講演集, Vol. 64, CD-ROM, 2021
- ・ 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
- ・ 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ズ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
- ・ 畠中明子・藤井剛・佐々木英穂・山田和孝・伊藤昌毅・太田恒平・神田佑亮・斉藤良明・諸星賢治：“災害時運行バスの臨時バスロケーションシステムの搭載～平成30年7月豪雨の経験から”，第16回日本モビリティ・マネジメント会議, 2021
- ・ 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
- ・ 神田佑亮：“「西日本豪雨で止まった「広島の公共交通情報提供」のその後」”，公共交通オープンデータ最前線 in インターナショナルオープンデータデイ2021, 2021
- ・ Matsumoto, N., Chikaraishi, M., Fujiwara, A., Kanda, Y.: "Exploring firms' adaptive behavior on work start time during disaster with the consideration of traffic congestion and temporal agglomeration economies", Paper presented at the 100th Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 25-29, online conference, 2021
- ・ Kanda Y.: "The Potential of Upgrading Mobility Service in Rural Areas to Improve the Quality of Life of Residents", WCTRS(World Conference on Transport Research Society) SIG G2 National and Regional Transport Planning and Policy Mid-Term Workshop, 27-29 Sep. 2021 (Virtual)
- ・ Kanda Y.: "Can Rural Maas Change Elder Persons' Lifestyle, Behavior and Consciousness ? ", International Conference on Transport & Health, 14-30 June, 2021 (Virtual)

- ・ Kanda Y.: “MaaS In Rural Mobility” Global Technology Governance Summit Japan 2021 Memorial Session, World Economic Forum, 2021.04
- ・ 神田佑亮:” 大規模な影響が交通に及ぶ自然災害時のマネジメントの論考-平成30年7月豪雨での実践から-” , 第15回防災計画研究発表会, 2020

## ⑧研究成果の活用方策

### ● 実務への適用に向けた活用方法・手段・今後の展開

- ・ 災害発生後は、復旧復興支援や生活支援を即応的に対応できるモビリティ確保や災害対応型の交通結節機能や運用マネジメントの改変が求められる。災害時に有効なモビリティや交通結節機能を明らかにすることで、レジリエントな拠点づくりに寄与する。
- ・ 車両の位置情報や道路交通情報の提供など即応的に導入可能な安価なシステムを実証運用し、その適用可能性が確認されたことから、実務面で活用できると考えられる。
- ・ 国縣市や大学、民間事業者が参画する災害時公共交通情報提供研究会、包括的データ活用による移動・地域活性化研究会を通じて研究成果を適宜実務にフィードバックしており、今後も継続して行う予定である。包括的データ活用また、研究成果を学术论文やシンポジウム等で公表することで、実務への適用を後押しする。

### ● 研究期間終了後の研究の継続性や成果活用の展開

- ・ 自動運転や電動キックボードなど多様な移動装置の出現やMaaS実装等を鑑み、レジリエントな次世代型の交通結節点のあり方について引き続き研究を進める。
- ・ 災害時公共交通情報提供研究会等を通じて、産官学連携でレジリエントな交通結節点の具体化に取り組む。

## ⑨特記事項

(本研究から得られた知見、学内外等へのインパクト等、特記すべき事項があれば記入。また、研究の目的・目標からみた、研究成果の見通しや進捗の達成度についての自己評価も記入。)

- ・ 「集約型公共交通ターミナルの機能に関する研究」の成果については、その知見を、国土交通省道路局「バスタプロジェクト推進検討会」や中国地方整備局広島国道事務所・呉市「国道31号等 呉駅交通ターミナル整備事業計画検討会」等にフィードバックしている。
- ・ 「災害時対応型交通サービス対応実験」については、多数のTV・新聞等のマスメディアからの取材を受け、社会から高い関心を集めた。
- ・ 2つの実証実験では、バスタやスマートシティ、また災害発生時の行動に関する多様かつ多くの貴重なデータが得られた。
- ・ 新型コロナウイルス感染拡大の影響により、情報収集をオンラインで代替することとなった。現地に出向けていないため、海外の動向に関する情報が十分得られなかった。今年度も同様の状況であるが、webセミナー等を通じて情報を収集している。
- ・ 産官との連携を強く意識して進めており、検討成果・実証実験の成果が行政の施策に迅速に反映されているものもある。

### 中間評価結果指摘事項への対応

1. 各々の取り組みが、「次世代バスタ」の導入戦略にどのように結びつくのかを、共同研究者による討議によって抽象的に導くのではなく、研究全体の体系と各サブテーマの位置づけを明確にして、具体的に示していただきたい。
  - ・ 本研究は、大きく、「集約型公共交通ターミナルの機能」、「スマートシティ拠点・評価手法」という2つの検討の柱と、その検討において実験により実証的に確認するものであるが、交通ターミナルの機能には単に交通・避難拠点だけではなく、様々な機能を持たせること、そしてスマートシティの拠点検討では、様々なデータを集め、災害時のみならず平常時の様々な判断材料としても機能させることを意識し、2年目以降は両者の連動を意識した検討を行っている。
2. 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。
  - ・ 平成30年7月豪雨、および阪神大震災等既往の大規模自然災害での発災後の時間経過を整理し、発災後のフェーズを定義（72時間後、7-10日後、10日以降）し、それぞれのフェーズでの被災地の状況、モビリティに対するニーズ、拠点の役割・機能を検討した。
  - ・ その中で、今年度の実証実験（天応地区グリーンスローモビリティ）では、モビリティにプローブ・センサー機能を付加し、バスタ拠点に遠隔監視機能を設置する可能性を提唱、実証した。
  - ・ 1つの施設が「平常時」と「災害時」に別々の機能を担い、在庫リスク等を低下させる「Bi-Function」を提案した。

3. 「バスタ」という都市施設の空間的プロトタイプについても、新宿や熊本などの既存のものに拘わらず、地方都市ならではの新たな形について検討いただきたい。
  - ・ 地方のバスターミナルは、都市部のバスターミナルに対し、生活の拠点としての機能の可能性を検討した。具体的には、天応地区では災害発生後の生活情報・支援情報・食糧等の入手拠点として、GSMのモビリティ性を多様に活用しつつ可能性を検証した。
4. 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。
  - ・ 1年目の検討は、まずは平成30年7月豪雨での対応の経験を整理するため、平成30年7月豪雨を中心とした検討であったが、2年目以降は、前年度方向性を検討したバスターミナルの拠点機能を踏まえ、その拠点が具備すべき機能を実証実験で計測し、今年度は評価を行った。
5. 研究体制について、それぞれの専門性から鑑みて研究開発における役割分担が明確でないメンバーが含まれており明確にしていきたい。
  - ・ 今回の研究メンバーには、心理学、平和教育、環境リスク論など、土木工学系以外の研究者を含めた検討を行っている。
  - ・ 心理学・環境リスク論の研究者は、拠点機能のうち、避難行動の分析、避難所・待機拠点の機能検討や関連する実証実験の実施において、企画・検討を担当している。
  - ・ 平和教育の研究者は、災害時バーチャルミュージアムの企画・検討を担当している。
6. 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。
  - ・ 1年目の検討は、まずは平成30年7月豪雨での対応の経験を整理するため、平成30年7月豪雨を中心とした検討であったが、2年目以降、当時の経験を基にした、被災地共通で生じる可能性のある課題に対する技術開発・検討を行っている。
7. 「集約型公共交通ターミナルの機能に関する研究」および「スマートシティ拠点・評価手法の開発」と実験的検証を連携させていただきながら、研究を進めていただきたい。
  - ・ 2年目では、実証実験で交通およびモビリティから得られる映像データ、ドライバーのバイタル情報など様々な情報を収集し、対象エリアとは別の場所でのモニタリングを実証するなど、公共交通ターミナルとスマートシティ拠点・評価指標の連携を意識した。実証実験で得られたデータは多く、解析や活用に向けた検討は来年度に引き続き実施し、スマートシティ機能に向けた検討を今後も引き続き実施する予定である。