沖縄県におけるキャンパス MaaS の取り組み

神谷　大介[1]・菅原　宏明[2]・高橋　健二[3]・菊池　恵和[4]

[1]正会員　琉球大学准教授　工学部工学科（〒903-0213 沖縄県西原町千原 1）
E-mail: d-kamiya@tec.u-ryukyu.ac.jp
[2]正会員　八千代エンジニヤリング株式会社技術創発研究所（〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8）
E-mail: sugawara@yachiyo-eng.co.jp
[3]非会員　八千代エンジニヤリング株式会社道路・交通部（〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8）
E-mail: knj-takahashi@yachiyo-eng.co.jp
[4]正会員　八千代エンジニヤリング株式会社技術創発研究所（〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8）
E-mail: ys-kikuchi@yachiyo-eng.co.jp

主要交通手段がマイカーとなっている沖縄県では，通勤通学においても大学生のマイカー利用や，中高校生の家族による送迎が多く，渋滞要因の一つとして指摘されている．沖縄県においても，マイカー利用を抑制しつつ公共交通の利用促進に向けた検討を実施しているが，以前から実施してきた道路整備や公共交通のサービス改善といった対策だけではマイカー利用の抑制には至らず，マイカーの抑制策と公共交通を一体化した積極的な対策が必要であるという結論に至った．

本稿では，この経緯について詳細に説明するとともに，解決策の１つとして提案しているキャンパス MaaS 及び，令和 6 年度に実施する実証実験について紹介する．

Key Words：*MaaS, TDM, MM, Blockchain, Data Linkage*

１．背景・目的

沖縄本島では通勤通学時間帯の渋滞原因として通勤目的の他に学生のマイカー利用や家族による中高校生の送迎車も指摘されている．このような状況に対し，沖縄県が渋滞対策の検討を進めるにあたり，平成30年度から2か年にわたり渋滞ポイント（我如古交差点等）の近傍に立地している琉球大学と沖縄国際大学を対象としてマイカー利用を含む通勤･通学の実態調査を行い，マイカー利用を抑制しつつ公共交通への転換を促す施策について検討してきた．以前から実施してきた道路整備や改良，公共交通のサービス改善といった対策ではマイカー利用の抑制には至らず，マイカーに対する抑制策と公共交通の利便性向上のためのより積極的な対策が必要であるという結論に至った．その解決策のひとつがキャンパスMaaSである．（図-1）

本稿ではこの経緯について詳細に報告するとともに令和6年度に実施する大規模な実証実験（共創・

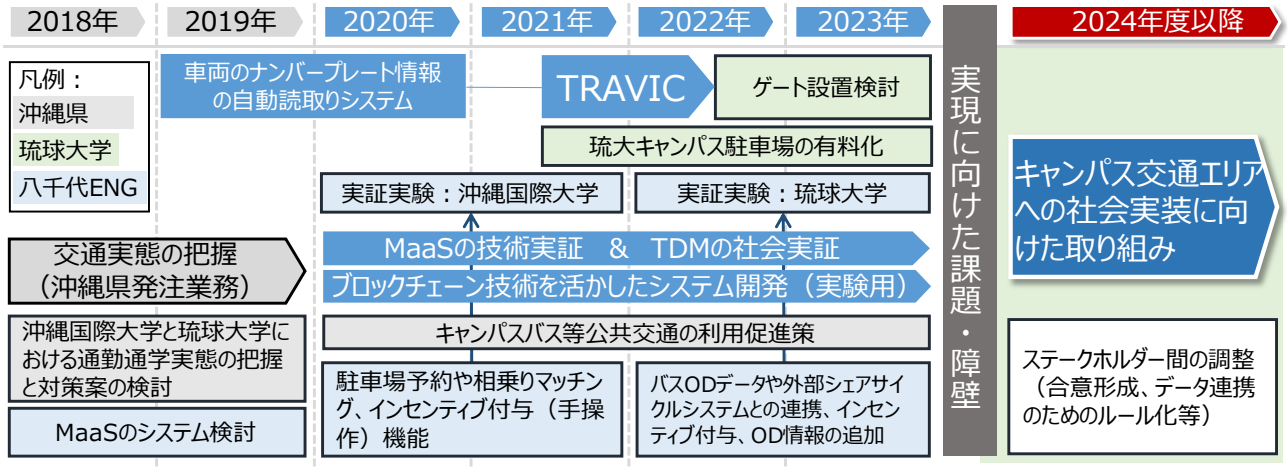

図-1　取組経緯の概要

MaaS実証プロジェクト【共創モデル実証運行事業】[1]に採択）の内容について紹介する．

２．キャンパス周辺の道路状況

(1) 通勤・通学時の混雑状況

沖縄本島には軌道系の公共交通手段が都心部を運行するモノレールに限られ，沖縄本島全体をカバーしている公共交通はバス交通である．一方，沖縄本島の道路網は土地利用の制限（米軍基地等）により土地利用や公共交通網の制限からマイカー利用が多く，渋滞問題の抜本的な解決策が打てず，その影響を受けてバスの遅れ時間が発生し定時性を確保できず，バス利用への転換が進まないなど，負のスパイラルに陥っている．（図-2）

(2) マイカー通学における問題点

琉球大学では，学生の駐車場利用は許可制，職員・教員の駐車場利用は登録制となっており，自宅から大学（厳密には学部）までの距離が2km以下の場合は許可を得ることができない．入構が許可されると許可証が発行され，入構の際には車両のダッシュボードに置いて提示することがルールとなっている．

大学の統計的な情報によれば，琉球大学内には駐車場が約 3,000 台確保されているが，1 日に約 5,000 台の車両が駐車している．つまり大学に所属する学生約 8,000 人の 6 割以上が自家用車で通学していることになる [2]．そのため駐車場入庫待ち等による交通渋滞が発生するなど，大学周辺道路にも影響が出ている他，過度なマイカー利用による温室効果ガスの排出量が多いなどの指摘も受けている．学校が休暇時期には周辺道路の混雑が解消するという状況がプローブデータの分析 [3]からも確認できている．（図-3）

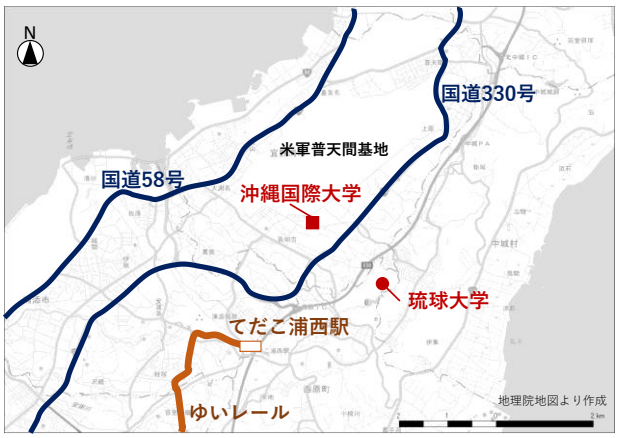

図-2　大学周辺の道路網

ピーク時には駐車場内が過密状態になり，無理な駐車などで接触事故も頻発するなど様々な問題が顕著化している．学生によっては駐車場を確保するために早出通学する等，時間的な負担もある他，卒業した学生の車両乗り捨ての廃棄処分等，大学側の経済的な負担も確認されている．このようなキャンパス関連の交通については過年度からマイカーによる通学を抑制し公共交通へ転換する施策として様々なメニューが検討されてきたが，抜本的な解決には至っていない．また，千原キャンパスの３か所の出入り口において継続的に実施したナンバープレート調査の結果からは，未許可で通学する学生の他，キャンパス外周道路を抜け道として利用する通過交通の存在[4]も確認されている．（図-4，図-5）

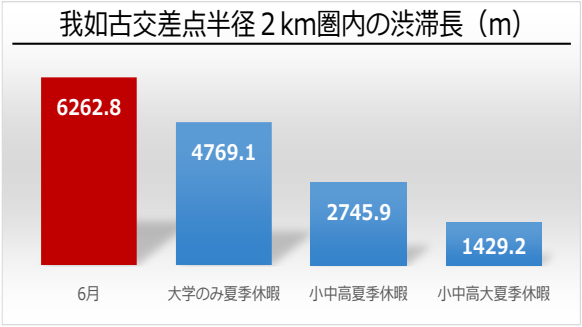

図-3　キャンパス周辺道路の渋滞長

図-4　琉球大学千原キャンパスの出入口

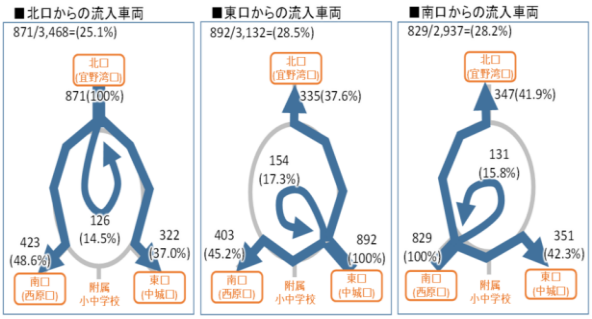

図-5　キャンパス内道路の通過交通

３．TDM とキャンパス MaaS

(1) TDM施策

沖縄県では令和4年度～8年度の5か年における「TDM施策推進アクションプログラム」を公表している[3]．旧プログラムの改訂版となるものであるが，その中で琉球大学周辺をキャンパス交通エリアと定めている．駐車場の有料化やラストワンマイルの移動手段の充実，キャンパス交通システム，大学生に対するMM等の施策を複合的・効果的に進めるため，公・民・学が連携した研究「キャンパスMaaS」 により，次世代の交通手段やMaaSを社会に実装するためのテストベッドとしてキャンパス交通エリアを活用することとしている． （図-6）

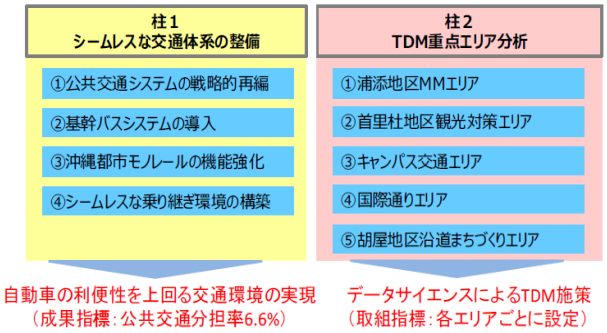

図-6　TDM 施策推進アクションプログラムの柱

(2) 新規バス路線

平成 30 年度～令和元年度に実施した大学関係の交通実態調査の結果を踏まえて，沖縄県ではモノレールの「てだこ浦西駅」から沖縄国際大学，琉球大学を循環する新たなバス路線についての実証運行を行い，令和 4 年度より 297 系統として本格運行を開始した．当該路線を今後も有効に活用することが期待される．（図-7）

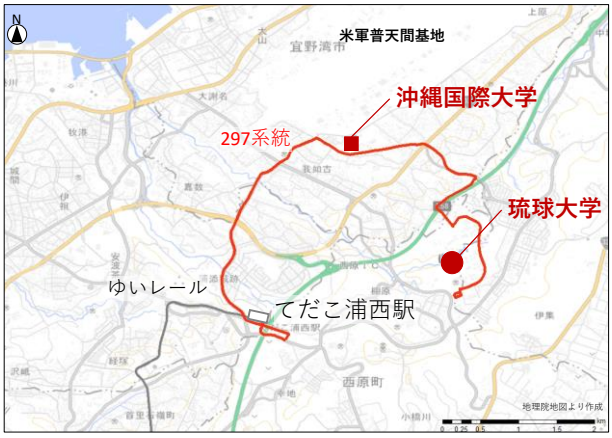

図-7　ゆいレールと 297 系統乗継路線図

(3) 琉球大学の取り組み

琉球大学では入構許可が認められれば無料でキャンパス内に駐車できるが，マイカー利用の抑制強化策として有料化やキャンパス出入口における許可車両のチェックの徹底化を検討中であるが，料金については未定である．ゲートでのチェックには時間を要することから渋滞を悪化させる可能性もあるためリアルタイムの対応は難しい状況である．それでもこれら対策により一定程度のマイカー利用の削減が期待される．ただし，これまでのマイカー利用の現状を鑑みると渋滞解消に至る効果を見出すことは難しいと想定している．

そこで，マイカー利用が認められた学生でも必要に応じて公共交通を移動の選択肢に加えること，それら公共交通による移動手段を選択しやすくする手段としてキャンパスMaaSを検討した．キャンパスMaaSは，マイカー利用が認められている学生でもバスを利用しやすい仕組みにすることで，キャンパス全体として1割程度のマイカー利用の抑制を目指す取り組みである．あくまでも目標（目安）であるが，マイカー通勤通学6,000台の車両の1割に相当する600台の車両を抑制することから始めていきたいと考えている。このうちの半数が公共交通を利用すると仮定すれば公共交通利用者が現在の2倍となり，バス事業者との共創によるバスサービスの改善にもつながり，負のスパイラルからの脱却のきっかけになるものと期待している．（図-8）

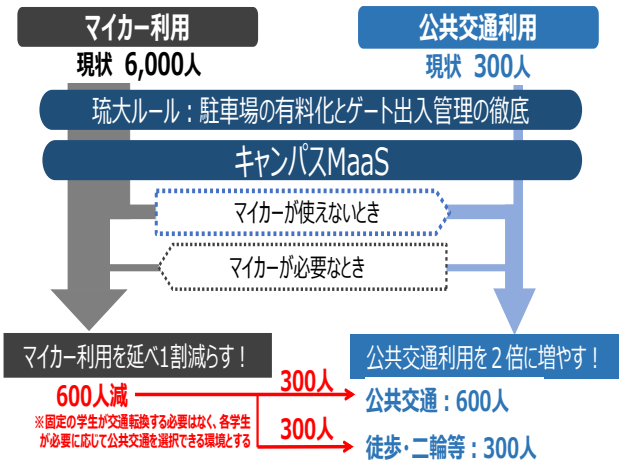

図-8　琉球大の取り組みと目標（目安）

(4) 公共交通の選択肢の追加

琉球大学の千原キャンパスに公共交通を利用して通学する方法としては，琉大内に直接乗り入れているバス路線を利用する方法があるが，系統が多くはないため利用圏域が限られることや，本数が少ないといっ

た意見が実態調査のアンケートから得られている．そこで，キャンパスMaaSでは公共交通の選択肢を増やすために，琉大に直接乗り入れていないものの，運行本数が多い近傍のバス停（例：長田バス停等）からアクセスするバス利用やモノレールとの乗り継ぎ、バス相互の乗り継ぎも考慮したサービスを想定している．（図-9）

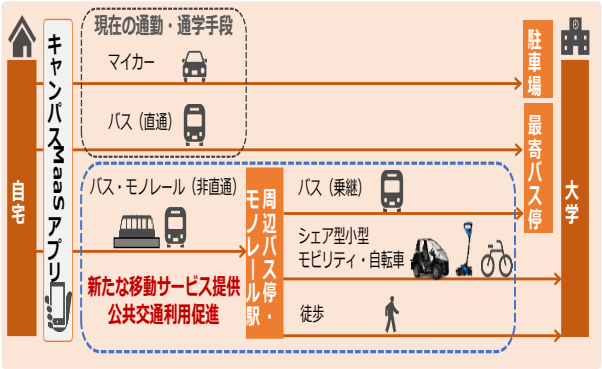

図-9　キャンパス MaaS における移動サービス

(5) インセンティブによる公共交通利用促進

マイカー利用に対しては有料化や出入り口チェックの徹底化といった抑制強化策を検討しているが，公共交通に対しては選択肢を増やすことの他に駐車場の有料化を原資とし，公共交通を利用した場合にインセンティブを付与する利用促進強化策を提案している．（図-10）

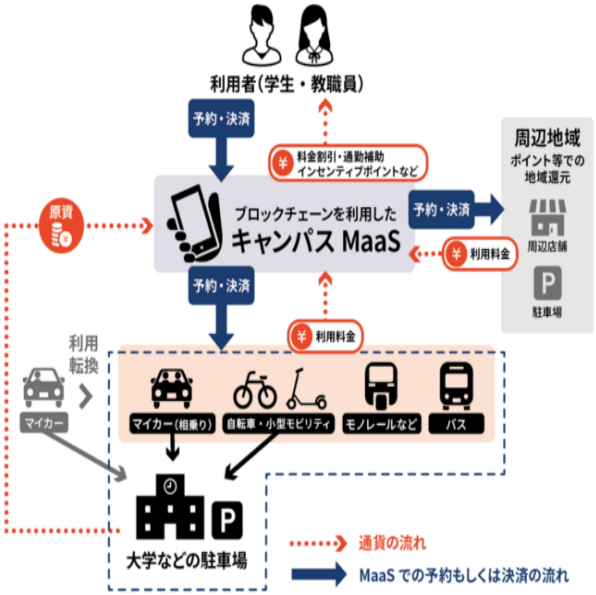

図-10　インセンティブ付与の仕組み

確実かつ公平にインセンティブを付与するためには，マイカー通学者がマイカーを利用せずに通学したこと，同時に公共交通を利用したことを確認する必要がある．つまり，学生とマイカー，公共交通という３つの情報を突合する必要があり，キャンパスMaaSではブロックチェーンの活用を視野にいれたエコノミーモデルを提案している．ブロックチェーンは暗号通貨ビットコインを実現するために，分散型データベース，P2P，公開鍵暗号，コンセンサスアルゴリズム等の技術を組み合わせた基幹概念である．「分散型台帳システム」，「耐改ざん性」，「スマートコントラクト」の3つの特徴を有しており，データを一貫して分散型で堅牢に構築･維持できるといわれている．また，ブロックチェーン上でプログラム実装が可能なため，契約譲渡等の自動処理が可能という特徴に着目した多くの実証が試みられている[5]．

分散型台帳システムの特徴として，データ連携が容易であること，セキュリティが堅牢で耐改ざん性が高いこと等が挙げられる．今回提案したエコノミーモデルでは，このモデルをMaaSとして持続可能なシステムにするため，データの共有（フィードバック）や，MaaSシステム上における決済（スマートコントラクト）等の機能を想定した．その仕組みとして，ブロックチェーン技術を適用することが望ましいと考えた．一方，ブロックチェーンを活用したデメリットとしては，TDM施策を実施していくうえでデータ量が線形的に増大していき，データ量が増加した際に処理速度が低下するスケーラビリティ問題が発生することが課題として挙げられる．キャンパスMaaSではこの点に着目した実証的な研究[4]を行ってきている．（表-1）

表-1　ブロックチェーンのメリット・デメリット

【ブロックチェーンの機会と活用機会】

分散型台帳システム	●関係者間の連携，新規参入が容易 ●情報共有による公平な移動手段選択 ●中央集中型と比べてシステム規模の検討が不要 ●安価（管理者不在，データ連携）
対改ざん性	●トレーサビリティ （移動手段情報蓄積，データ消失防止） ●堅牢なセキュリティ
スマートコントラクト	●処理効率化（駐車料金の分配等） ●直接取引／契約 （駐車場，ラストワンマイル手段） ●第三者不要

【ブロックチェーンのデメリット】

運用後にデータが線型的に増大していくスケーラビリティの問題

４．令和６年度の取り組み

(1) 共創・MaaS実証プロジェクト

公民学の共同研究として取り組んできたキャンパスMaaSであるが，導入に向けた大規模な実証実験（以下「本事業」と略記）が令和6年度「共創・MaaS実証プロジェクト」の【共創モデル実証運行事業】[1]に採択され，11月以降の実証実験に向けて準備を進めている．事業名は「琉大キャンパスのスマート通学大実験」，共創プラットフォームの名称は「インセンティブ・モデルを活用したキャンパスMaaS」であり，沖縄県や地元3自治体（宜野湾市，西原町，中城村）の他，モノレールやバス事業者と連携して約200名のモニター（マイカーで通学する学生を対象とする）によるマイカー利用の抑制と公共交通利用の促進に関する大規模な実証実験を行い，施策効果の検証や今後の導入に向けた技術課題を明らかにする予定である．過年度の取り組みで把握した課題を踏まえて，本年度の実証実験では以下の点に留意している．

(2) 自治体や交通事業者との連携強化

キャンパスMaaSは沖縄県がアドバイザーとなり琉球大学と八千代エンジニヤリング㈱の共同研究という公学民の連携で取り組んできた．今回採択された共創モデル実証運行事業では，琉大周辺の３自治体や沖縄都市モノレール㈱，㈱琉球バス交通，那覇バス㈱等の交通事業者，沖縄ICカード㈱等多くの関係者との連携で実証実験を行い，データ連携を実現する場合の条件や課題を明らかにする．また，今回の実験結果を踏まえてキャンパスMaaSの導入を地域課題の解決にも寄与する地域版MaaSへと発展させていくトリガーに位置付けている．

(3) 琉球大学のプロジェクトとして実施

キャンパスMaaSの共同研究は，琉球大学工学部工学科神谷研究室と八千代エンジニヤリング㈱技術創発研究所との共同研究として開始したが，今回はキャンパスMaaSを琉球大学全体で取り組む「琉球大学イノベーションイニシアティブプロジェクト：島嶼地域交通課題解決学術ネットワーク」に位置付けており，実装も視野に入れて技術面や制度面での課題を明らかにし，琉球大学として実装する場合の条件等を判断するための取り組みとする．

(4) 多様な属性のモニターによる施策効果の検証

これまでの実証実験は，工学部に所属し交通分野の研究に携わる20名程度のモニターによる実証実験であるため公共交通に関する情報に詳しい学生が参加しており，マイカー利用の抑制，バス利用促進の効果が過大に評価されている可能性がある，また，モニターが少ない場合には居住地分布に偏りがでるなどして琉球大学全体としての傾向を捉えることができない．そこで今回の実証実験では，工学部以外の学生も対象として約200名のモニターによる4週間の実証実験を行い，キャンパスMaaSの効果や公共交通の選択特性の詳細な検討を行う．

(5) 公共交通の乗継利用の促進

キャンパスMaaSでは専用のアプリを用意し，マイカー利用者が通学手段として公共交通を候補にする機会を増やすと同時に，実際に公共交通を利用した場合にはシステムで実績を確認した上でインセンティブを付与する仕組みを構築する．琉球大学に乗り入れているバス路線のみでは利用エリアが限定されてしまう懸念がある．そこでバスやモノレールと乗り継ぐことで，より遠方からでも公共交通を利用できる環境が整うことから，公共交通の利用方法に応じてインセンティブに差をつける等の工夫をして公共交通利用促進の効果を検証する予定である．（図-11）

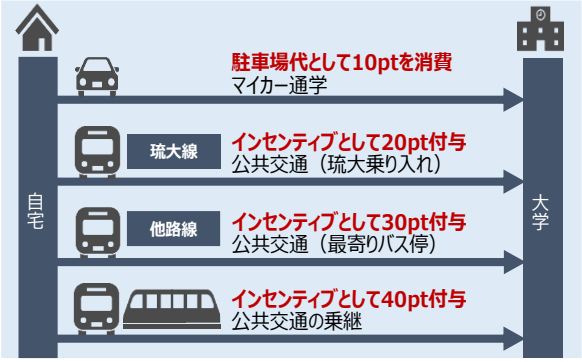

図-11　乗継利用も踏まえたインセンティブ

(6) 未許可車両のチェック手法の検討

AIを利用した車両のナンバープレート情報を自動で認識するシステム（八千代エンジニヤリング㈱が開発した「TRAVIC」[6]）を使用し，その情報と入構許可車両の情報を突合してマイカー利用の有無を確認する仕組みや，周辺道路上と千原キャンパス出入口の情報の突合によりマイカー利用の抑制によるキャンパス周辺道路の混雑状況（所用時間等）をモニタリングする手法について試行する．

５．次年度以降の取り組み（案）

(1) 琉球大学での実装と沖縄本島での展開

本事業は、琉球大学の千原キャンパスにおける交通問題だけではなく，西普天間住宅地区への移転予定の琉球大学病院（令和７年１月）、琉球大学医学部（同４月）における交通問題に対して，大学として取り組むプロジェクトとして位置付けている．大学の駐車場有料化や車両の出入管理システムについては，今回の実証事業の結果を参考に，より具体的な検討を行う必要がある．また，インセンティブ・モデル等の本格導入にはシステム構築を伴うが，これまでの取り組みで基本設計はできていることから短期間で構築が可能である．地域の交通環境や沿道環境改善に貢献できるこのシステムは公共財の一つとしてとらえ、公的負担も視野に入れた事業スキームの検討が必要であると考える．

なお，本事業は沖縄県の TDM 施策推進アクションプログラムで定めたキャンパス交通エリアをテストベッドとした取り組みの一環であるが，今後は地元自治体と連携して沖縄国際大学や近隣の高校も含めた取組みへと拡大し，将来的には地域公共交通計画を担う地域版 MaaS として本島全体において沖縄県民が利活用できるシステムにすることを目指している。（図-12）

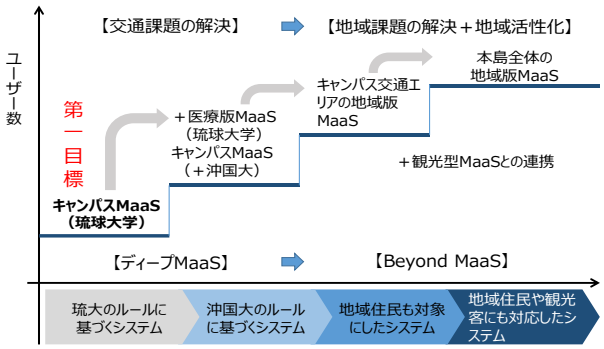

図-12　沖縄本島における地域版 MaaS への展開

(2) 実証実験を踏まえた技術的課題の解決

MaaSの社会実装においては多数のステークホルダーが関与するが，データの保有や活用方針も多様であり，これらデータの共有化のためのルール作りと合意形成がポイントになる．例えばインセンティブ付与のためにはキャンパスに通勤･通学する関係者のトリップに関する情報の他，実際に利用したバス路線やバス停，さらには乗降時間等の情報も必要となる．これらデータはバス事業者の所有する交通系ICカード（OKICA）による利用実績データから把握することが可能であり、実証実験においては関係者の協力のもとでOKICAの記録データに基づきインセンティブ付与に該当するのかを判断する予定である．実際の導入に際してはデータ提供時の条件やルールについて明らかにする必要がある．

なお，今回の実証実験ではラストマイルとしてシェアサイクルのサービス等は対象としていないが，シェアリングによる多様な移動サービスが登場している現状を踏まえると，琉球大学周辺のバス停からキャンパスまでのラストワンマイルの移動手段として活用する可能性は高いと考えている．ただし，既存システムの場合には独自の清算方法や移動履歴情報を保存するためのシステムが既に構築されていることから，これらシステムとキャンパスMaaSのシステム連携の方法についても検討する必要がある．

６．さいごに

本稿は，琉球大学におけるキャンパス MaaS の実装に向けた取り組みの経緯から令和 6 年度の共創・MaaS 実証プロジェクトとしての取り組み概要、その結果を見据えた今後の取り組み方針について報告したものである．沖縄県の渋滞対策の検討として大学関係の交通実態調査から始まり，モノレールの「てだこ浦西駅」から２大学を経由するバス運行が実現した．一方，過年度のキャンパス MaaS に関する実証実験では公共交通への転換の可能性は確認できたが，小規模かつ短期的な実験のため効果検証としては不十分であった．この状況を踏まえて令和 6 年度の実証実験ではモニター数や期間，対象とする公共交通の移動パターンを拡大する．また，本事業は沖縄県の TDM 施策推進アクションプログラムで定めたキャンパス交通エリアをテストベットとした取り組みであること，キャンパス MaaS が琉球大学全体で取り組むプロジェクトとして位置付けされた中で実施すること，さらに関係自治体や交通事業者等の協力のもとで実施することの意義はキャンパス MaaS の実装の点で極めて大きいと認識している．

実証実験の結果については詳細な分析を行い，関係者間で本格実装に向けた取り組み内容について継続的に議論を重ねていく予定である．

謝辞：本研究の実施に当たり，沖縄県企画部交通政策課伊計有祐様には、沖縄県の実態を踏まえた研究の実施方針や沖縄県における TDM の実施状況の助言を頂きました．また，琉球大学大学院の上地安諄様をは

じめ，琉球大学工学部工学科神谷研究室の学生の皆様には，実証実験の準備や調査等にご協力を頂きました．感謝の意を込めて，謝辞として記載させて頂きます．

参考文献

1) 国土交通省：令和 6 年度共創・MaaS 実証プロジェクト，国土交通省 HP，https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/kyousou/（参照 2024-09-17）
2) 琉球大学：琉球大学 琉大のデータ，琉球大学 HP，https://www.u-ryukyu.ac.jp/aboutus/data/（参照 2024-09-17）
3) 沖縄県交通政策課：TDM 施策推進アクションプログラム，沖縄県 HP，2023，https://www.pref.okinawa.jp/site/kikaku/kotsu/kokyokotsu/tdm.html（参照 2024-09-17）
4) 菊池恵和，菅原宏明，堀井大輔，神谷大介，上地安諄：キャンパス MaaS の実証実験システムの事前検証に関する研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol. 66，2022
5) 経済産業省：令和 5 年度「Web3.0・ブロックチェーンを活用したデジタル公共財等構築実証事業」に係る委託先の公募について，経済産業省 HP，https://www.meti.go.jp/information/publicoffer/kobo/2024/k240202011.html（参照 2024-09-24）
6) 八千代エンジニヤリング株式会社：TRAVIC，八千代エンジニヤリング株式会社 HP，www.yachiyo-eng.co.jp/business/solution/TRAVIC/（参照 2024-09-17）

(Received October 4, 2022)

CAMPUS MaaS INITIATIVES in OKINAWA

Daisuke KAMIYA, Hiroaki SUGAWARA, Kenji TAKAHASHI, and Yoshikazu KIKUCHI

In Okinawa Prefecture, where the main mode of transportation is the private car, the use of private cars by university students and the transportation of junior and senior high school students to and from work are frequent causes of traffic congestion. However, the study concluded that the measures that have been taken in the past, such as road maintenance and improvement and improvement of public transportation services, are not enough to curb the use of private cars, and that more aggressive measures are needed to curb the use of private cars and to improve the convenience of public transportation. The conclusion was reached that more aggressive measures to control the use of private cars and to improve the convenience of public transportation were necessary.

This paper describes this process in detail and introduces the Campus MaaS proposed as one solution and a large-scale demonstration experiment to be conducted in FY2024.