

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

菊池 恵和¹・菅原 宏明²・堀井 大輔³・神谷 大介⁴・上地 安諄⁵

¹正会員 八千代エンジニアリング株式会社 技術開発研究所 (〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8)
E-mail: ys-kikuchi@yachiyo-eng.co.jp

²正会員 八千代エンジニアリング株式会社 技術開発研究所 (〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8)
E-mail: sugawara@yachiyo-eng.co.jp

³正会員 八千代エンジニアリング株式会社 技術開発研究所 (〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8)
E-mail: ds-horii@yachiyo-eng.co.jp

⁴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

⁵学生会員 琉球大学大学院 理工学研究科工学専攻 (〒903-0213 沖縄県西原町千原 1)
E-mail: k218524@eve.u-ryukyu.ac.jp

琉球大学では、通学手段としてマイカーを選択する学生が多く、マイカー依存によりキャンパス内での交通事故や周辺地域の交通渋滞、温室効果ガスの排出等の問題が発生している。このため、琉球大学では通学手段の公共交通への転換呼びかけの検討を実施している。公共交通への転換の手段の一つとして、キャンパス MaaS と呼ばれるシステムの導入に向けた実証実験を 2022 年冬に実施する予定である。実証実験に先立ち、2022 年 8 月上旬に琉球大学の学生モニターに協力して頂き、ブロックチェーンシステムの事前検証を実施した。本論文では、事前検証で実施した項目及び今後の実証実験に向けた課題について報告する。また、事前検証結果を踏まえたキャンパス MaaS の実証実験や本格導入に向けた課題、ブロックチェーンシステムの UX に対する必要項目等を整理する。

Key Words: MaaS, blockchain, TDM, economy model, token economy

1. 背景・目的

近年、特に地方都市圏において公共交通シェアが低下する一方、自家用車を代表交通手段とする人が増えている^{注1)}。自家用車利用が駐車容量を上回れば、駐車待ちによる渋滞が公共交通の利便性を下げ、更なる公共交通利用者の減少を誘発する。このような課題に対し、駐車場満空情報を反映した予約システムの導入により問題の解消が期待され、各所で導入実験が行われている。沖縄県にある琉球大学においても、通学手段としてマイカーを選択する学生が多く、マイカー依存によりキャンパス内での交通事故や周辺地域の交通渋滞、温室効果ガスの排出等の問題が発生している状況である。

一方、MaaS (Mobility as a service) と呼ばれる新たなモビリティサービスの取り組みが始められている。MaaS は、ドア・ツー・ドアの移動に対し様々な移動サービスを

を組み合わせることで一つの移動サービスとして捉える概念である。一方、様々な移動サービスを一つの移動サービスとして捉えるには、駐車場の予約や、公共交通への乗継を検討するなど、他の交通モードの選択と合わせて一連の移動として管理することが必要である。更に、「交通関連のシェアリングサービス」や、「サブスクリプションやダイナミックプライシング」のための制度検討も必要とされており^{注2)}、データ共有構造の更なる複雑化が予想される。

このほか、公共交通の利用促進に向け TDM の取り組みも実施されており、近年では TDM 施策推進アクションプログラムを策定している自治体もみられる。沖縄県でも、公共交通利用の促進に向けて多様な交通機関を適切に賢く利用してもらうための取組や、複数の交通機関の乗継を容易にすることで、全体の移動を円滑かつ利便性の高いものとするなどの取組を進めている。これにより、

マイカー通勤・通学による渋滞を抑制する対策を抑制する対策を検討している。沖縄県における対策検討内容については、TDM 施策推進アクションプログラム²⁾として公表している所であるが、現在公表されているアクションプログラムは令和3年度までが対象となっているため、令和4年度～8年度に向けたアクションプログラムを改定予定である。改訂に先立ち、令和3年12月～令和4年1月に意見を募集していた。その中で琉球大学周辺をキャンパス交通エリアとして位置づけ、MaaSによるTDM 施策効果を検証するテストベッドとして活用する予定となっており、公共交通への転換の手段の一つとして、キャンパス MaaS と呼ばれるシステムの導入に向けた実証実験を琉球大学の学生・職員を対象に2022年冬に実施する予定である。また、実証実験に先立ち、2022年8月上旬に琉球大学の学生モニターに協力して頂き、ブロックチェーンシステムの事前検証を実施した。

本研究では、2022年8月に実施した事前検証において、検証した項目の報告及び今後の実証実験に向けた課題の整理を目的とする。また、検証結果を踏まえ、キャンパス MaaS の実証実験や本格導入に向けた課題、ブロックチェーンのUXに対する必要項目等を整理することも本研究の目的である。

2. 提案するTDMの手法

(1) 大学通学における課題とMaaSモデル

本研究では、都心部からバスの乗り入れはあるものの、最寄りのモノレール駅から徒歩圏外に立地し、主な通学手段が自家用車となっている琉球大学を対象に検討を行った。対象地点位置図を図-1に示す。琉球大学と立地が近い沖縄国際大学の学生を対象にしたアンケートでは、公共交通のサービスに対して、「少ない便数の到着バス」「到着遅れ」等が指摘されている²⁾。学通学への自家用車依存が高くなれば駐車場が不足し、駐車待ちによる渋滞が公共交通の利便性を下げ、更なる公共交通利用者の減少を誘発することが懸念される。琉球大学ではマイカー通学は大学からの許可制となっているが、大学から許可を得ている学生でもマイカーを使わずに通学が可能である場合があるほか、マイカー通学が認められていなくても、公共交通利便性の低い沖縄県においてはアルバイト等の関係でマイカー通学を一時的に必要とするライフスタイルが存在しているなどの背景があることから、大学への通学利便性を向上し、かつマイカー通学の学生がマイカー以外の手法でも通学できる複数の移動手段を提供するなどした課題解決策が求められている。

本研究ではMaaSモデルとして、図-2に示す「駐車場のシェアリング」や「サービス水準の高い基幹路線から

のラストワンマイルにおける新移動サービス導入（電動自転車をはじめとする小型モビリティ・ライドシェア）」、「駐車場および各通学手段の予約・決済の統合」を行うモデルを考えるほか、モノレールと路線バスの乗継についても検討する。これにより、駐車場利用の適正化や公共交通の利用促進を図り、サービス向上を目指すことを目的としている。なお、本研究において基幹バスは、図-1の図中中央部分にオレンジ色で示されている道路、国道330号を想定している。



図-1 琉球大学周辺の位置図

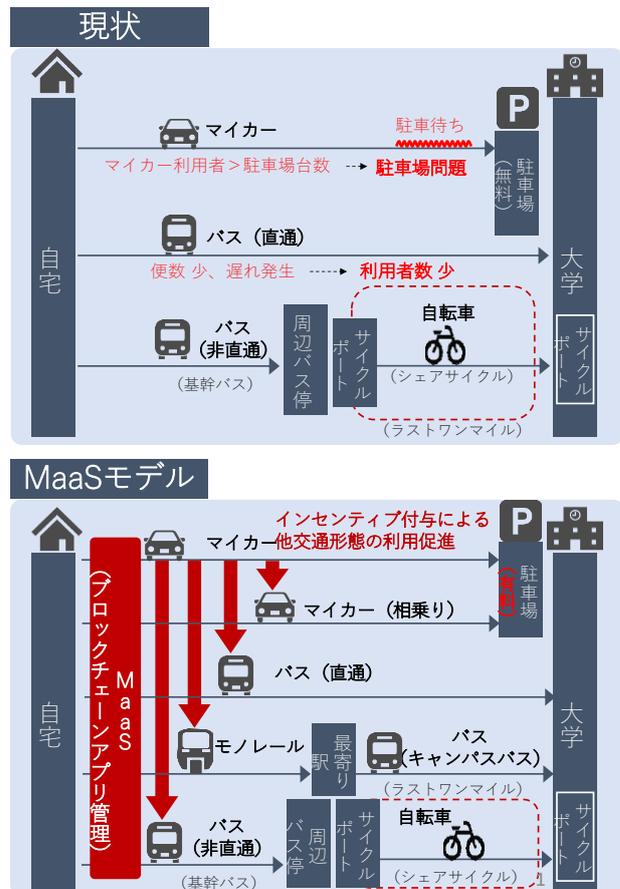


図-2 現状の大学通学とMaaSモデルの例

(2) MaaSモデルの社会実装

本研究では図-2で示したMaaSモデルにおいて、公共交通利用を促進するTDM施策として、交通行動とインセンティブを融合したエコノミーモデルを提案する。提案したモデルを図-3に示す。提案モデルでは、駐車場利用に対して料金負担を図り自家用車利用の抑制を図るとともに、この駐車場利用料金を原資として、自家用車利用抑制者への再配分や、目的地へのラストワンマイル対策を行い、公共交通利用への転換を促すものである。

また、これらのデータはデータ連携プラットフォームに蓄積し、蓄積された利用状況は公共交通事業者や周辺住民にフィードバックすることで、利用者へのサービス改善に貢献することが期待される。これにより、学生や大学職員・教員（利用者）や大学のほかにも、公共交通事業者及び周辺住民などへのメリットも生まれることとなる。このことが、今回検討しているキャンパスMaaSへの参入を呼びかけ、円滑なデータ提供が可能となることが期待される。

本研究において、エコノミーモデル実現に向けたデータ連携プラットフォームにはブロックチェーンを活用する。ブロックチェーンは暗号通貨ビットコイン^{注3)}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。ブロックチェーンは「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のため、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適用実験が試みられている^{注4)}。

今回提案した、ブロックチェーンを活用することによる特徴を表-1に示す。大きな特徴として、分散型台帳システムを使うことで、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）等の機能が必須である。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迅速な合意形成が不要なため、運用実施後はデータ量が線形的に増大していくこととなる。これにより、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。

3. 事前検証内容

(1) 実験フィールド

事前検証は、図-1に示す沖縄県西原町に立地する琉球大学で実施した。周辺には主要な幹線道路である国道330号があり、沖縄本島ではこれらの軸上を中心に基幹バス網の配置を目指し、サービス水準向上に向けた各種の施策を実施している^{注5)}。琉球大学から最寄りとなる国道330号のバス停としては、大学から約2.1kmの地点に中部商業高校前バス停、約2.8kmの地点に長田バス停が立地している^{注6)}。また2019年10月1日には、琉球大学から約35km離れた場所にゆいレール^{注7)}のてだこ浦西駅が延伸開業している^{注8)}。

(2) 実験フィールドにおける課題

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いる。許可を受けた車両には許可証が発行され、車両のダッシュボードに置くことになっているが、大学までの通学距離が2km以下の学生は許可が得られないことなどから、未許可のまま自家用車で通学する学生も見られる状況である。

また、統計的な情報を確認すると、琉球大学内では駐車場が3,000台分確保されている一方、大学全体では全体の6割が自家用車で通学している状況である^{注7)}。大学の所属学生数は約8,000人である^{注8)}ことから、駐車場確

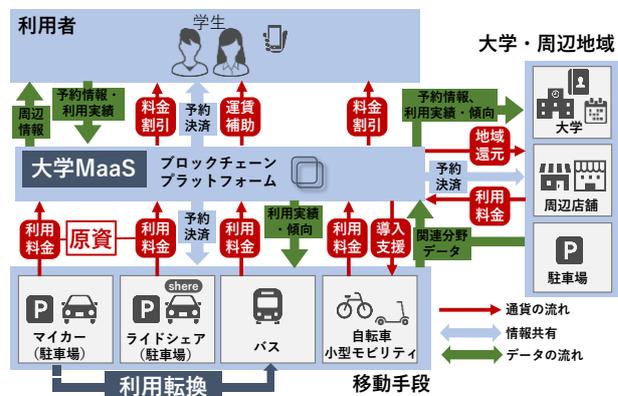


図-3 提案する TDM 手法

表-1 ブロックチェーンを活用した TDM 手法の特徴

特徴	効果
分散型台帳システム	<ul style="list-style-type: none"> 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 中央集中型に比べシステム規模の検討不要 管理者が不要、データ連携が容易
耐改ざん性	<ul style="list-style-type: none"> トレーサビリティ（移動手段情報蓄積・データ消失を防止） 堅牢なセキュリティ
スマートコントラクト	<ul style="list-style-type: none"> 処理効率化（駐車料金の分配等） 直接取引・契約（駐車場・ライドシェア・ラストワンマイル手段） 第三者が不要

保のための早朝通学，入庫待ちや違法路上駐車による交通渋滞も発生し近隣地域にも影響が出ている。ピーク時には駐車場内は過密状態になり，無理な駐車などで接触事故も頻発している等，様々な問題が顕著化しているほか，温室効果ガスの排出量が多くなるなどの課題を抱えている。

(3) 事前検証実施日・被験者

事前検証は2022年8月6日（土）～12日（金）の7日間にて実施した。被験者は，琉球大学の学生（大学院生を含む）・教職員等であり，対象人数は10名であった。

(4) 実験方法

実験は小篠ら³⁾が沖縄国際大学にて2020年冬に実施した，スマートフォンのアプリ上で通学手段を登録・予約するシステムを改良して実施した。被験者の普段の通学に対する，実験の流れは図-4に示す通りである。また，スマートフォンのアプリ画面イメージは図-5に示す。実験で用いたアプリには，通学手段の適正化や駐車場の効率運用を促すために以下に示す5つの機能を導入した。なお，事前検証では，実際に通学行動を実施する必要はなく，通学行動の宣言のみ実施する形となっている。

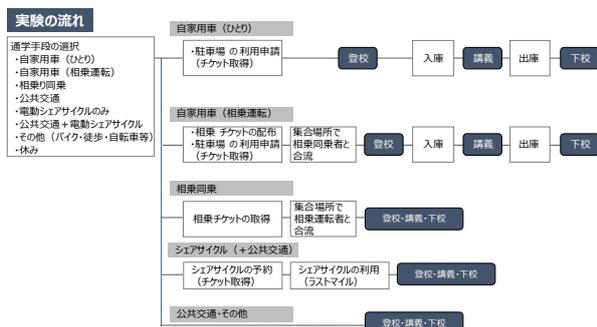


図-4 被験者の実験の流れ



図-5 アプリ画面

- ①ラストワンマイルの導入
- ②相乗り支援システムの導入
- ③駐車場利用制度の導入
- ④社会貢献者へのインセンティブ導入
- ⑤通学時の交通状況提供によるインセンティブの導入

a) ラストワンマイルの導入

琉球大学では，自動車での通勤・通学によって慢性的に交通渋滞が発生している琉球大学敷地内および大学周辺エリアにおいて，電動アシスト自転車のシェアリングサービスを提供することで自動車通学率を抑制し，交通渋滞緩和に取り組む実証実験として，シェアサイクルのポートが学内に設置されている⁴⁾。上記の背景を踏まえ，ラストワンマイルとして電動シェアサイクルの導入を想定した検討を実施し，実証実験の際の交通手段の選択肢の一つとして加えることとした。

【対象地点】

電動シェアサイクルの設置箇所は，図-6に示す通り，国道330号上にあり，高頻度のバス運転がなされている長田バス停及び，大学への直通バスの終点である琉大北口バス停の2箇所を想定する。

【電動シェアサイクル予約方法】

電動シェアサイクル（+公共交通機関）を通学手段とした被験者は，アプリに表示される電動シェアサイクルの予約状況を確認して，空いている車両を予約し，図-7に示すようなQRコードで認証が可能な予約チケットを取得することとした。予約可能時間帯は，午前・午後・一日の3パターンとし，予約およびキャンセルは2日前～前日まで可能とした。

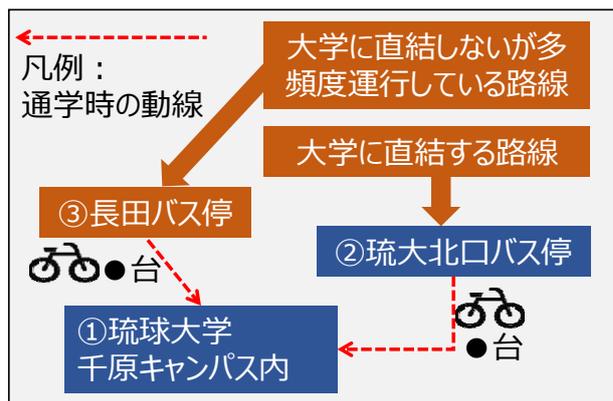


図-6 電動シェアサイクルの対象地点



図-7 電動シェアサイクル予約の流れ

【電動シェアサイクル利用方法】

電動シェアサイクルチケットを取得した被験者が実際に通学した際には、電動シェアサイクル貸出ポートに配置している管理者よりチケットの認証を行い、貸出の登録をすることとした。帰宅の際も同様に、管理者よりチケット認証を行い返却の登録を行うこととした。なお、事前検証においては、被験者が実際に電動シェアサイクルポートに行く必要はない。そのため、各被験者は貸出実施する当日に、検証担当者に QR コードをメールで送付することとした。担当者は、そのデータをスキャンすることで、システムが動作するかどうか確認した。利用の流れは、図-8に示す通りである。

b) 相乗り支援システムの導入

【実験における相乗りの考え方】

相乗りについては、自家用車で直接大学に通学する車両台数を減らすため、相乗り実施者間で各自調整を行い、任意の場所・任意の時間（大学の講義開始時刻に間に合うように設定）に集合して実施するものとした。実施イメージは、図-9に示す通りである。なお、小篠ら³⁾では、集合場所をてだこ浦西駅に限定して公共交通利用促進を図るものとしていたが、モノレールも那覇市内～浦添市内と県南部のみの運転であることなどから、沖縄県北部に在住する学生が参加しにくい。その状況を踏まえ、本事前検証では、任意の場所に設定した。相乗りのマッチング実施のためにブロックチェーンのスマートコントラクトによりチケットの発行・取得を行った。本稿で用いる用語について次に示す。

相乗運転者：自分の車に相乗りさせても良い被験者

アプリ上で相乗り許可チケットを発行

相乗同乗者：誰かの車に相乗りさせてもらう被験者

アプリ上で相乗り同乗チケットを取得

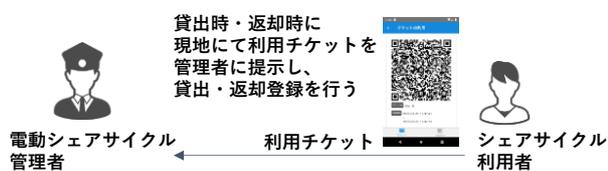


図-8 電動シェアサイクル利用方法

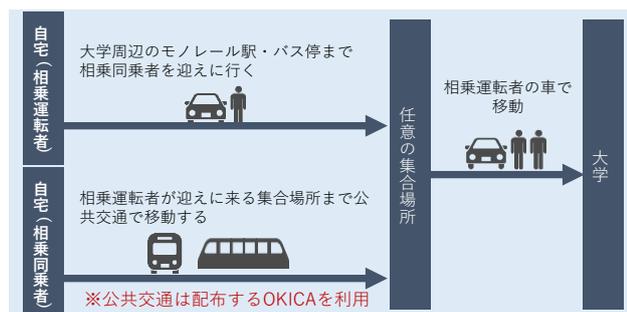


図-9 相乗り実施イメージ

【相乗予約方法】

相乗りの予約に際しては、アプリ上で該当する通学手段を選択し、QRコードで認証が可能な相乗りチケットを相乗運転者は発行し、相乗同乗者は取得することとした。予約は2日前～前日まで可能とし、キャンセルは相乗運転者・同乗者ともにできないこととした。

【相乗実施方法】

集合場所に管理者を配置し、管理者が運転者・同乗者のチケット（QRコード）を読み取ることで認証を行い、運転者・同乗者が合流後に大学に向かう形とした。流れは、図-10の通りである。なお、事前検証では、被験者が実際に相乗りを行う必要はない。そのため、各被験者は相乗りを実施する当日に、検証担当者にQRコードをメールで送付することとした。担当者は、QRコードをスキャンし、システムが動作するかどうか確認した。

c) 駐車場利用制度の導入

【駐車場利用制度】

自家用車を通学手段とした被験者は、アプリに表示される駐車場の予約状況を確認して空いている駐車場を予約し、QRコードで認証が可能な駐車チケットを取得することとした。予約方法は、図-7で示した電動シェアサイクルの予約方法と同様である。なお、駐車場の予約可能時間帯は、電動シェアサイクルの予約と同様に、午前・午後・一日の3パターンとし、予約およびキャンセルは2日前～前日まで可能とした。

なお、駐車場の利用可能な時間帯は、被験者の日々の受講カリキュラムに応じて、以下の通り制限した。また、駐車場利用が可能かどうかについては、大学が自家用車利用を許可しているかどうかのデータを反映し、そもそも

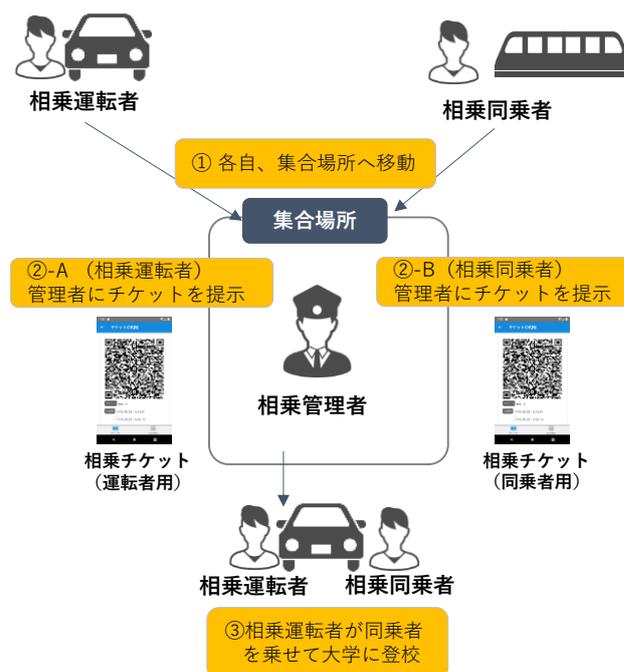


図-10 相乗り実施の流れ

も自家用車利用が許可されていない学生については、駐車場利用を認めないシステムとした。なお、事前検証における被験者は全員駐車場を利用可能であった。

- ①午前を予約可能：1限(8:30～)か2限(10:20～)の受講者
- ②午後を予約可能：3限(12:50～)以降の受講者
- ③一日を予約可能：①かつ②を満たす受講者

【駐車場利用方法】

駐車場チケットを取得した被験者が実際に登校した際には、駐車場に配置している管理者よりチケットの認証を行い入庫の登録をすることとした。下校の際も同様に、管理者よりチケット認証を行い出庫の登録を行うこととした。なお、事前検証においては、被験者が実際に自家用車で大学に通学する必要はない。そのため、各被験者は利用実施する当日に、検証担当者にQRコードをメールで送付することとした。担当者は、そのデータをスキャンすることで、システムが動作するかどうか確認した。利用の流れは、図-8に示す電動シェアサイクルの利用方法と同様である。

d) 社会貢献者へのインセンティブ導入

自家用車で通学せず公共交通利用につながる手段を選

択した人は「渋滞削減」や「地域公共交通の維持」に貢献していると考え、インセンティブとしてポイントを付与することとした。逆に、自家用車を利用した際は駐車代金を1回200円と想定し、200円相当のインセンティブポイントを徴収する形とした。図-11に実験においてポイントを付与・徴収するケースおよびポイント数を示す。最終的には、上記の獲得・徴収したポイント数に従い、実験協力への謝金として被験者に再配分を行った。

なお、公共交通利用実績の確認方法は、各被験者の持つ交通ICカード（OKICAカード）の番号を事前に収集し、調査終了後に当該OKICAカードの利用履歴を沖縄ICカードに照会することとした。沖縄ICカードとの連携についての実施イメージは、図-12に示す通りである。なお、

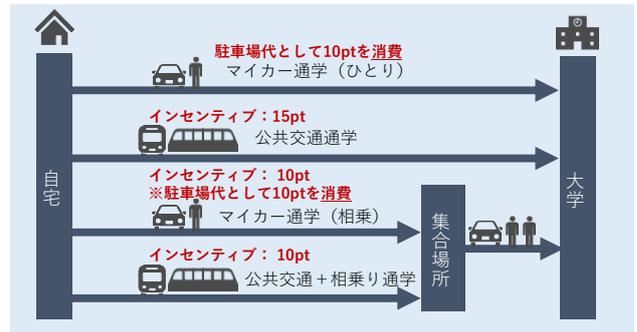


図-11 インセンティブ付与イメージ

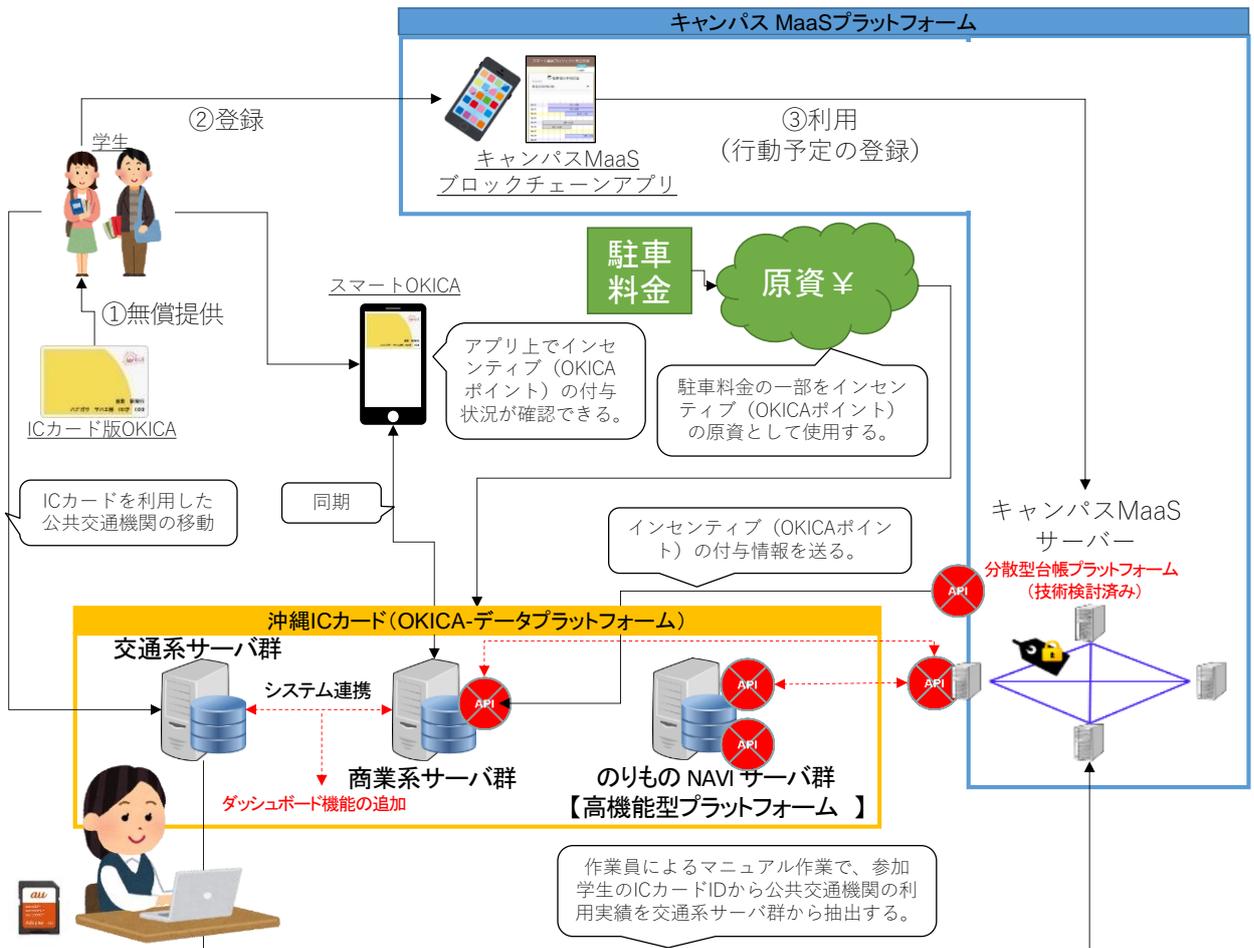


図-12 キャンパス MaaS と沖縄 IC カードの連携イメージ

ポイント付与に時間がかかることから、申請を行ったタイミングで一部ポイントを付与し、実際に公共交通利用が確認出来た際に残りのポイントを付与する形式とした。

また、シェアサイクルの使用については、事前検証においてはポイント徴収・付与は実施しないことにした。このため、インセンティブの付与が行われない一方、シェアサイクルの貸出費用負担もなく利用可能である。

e) 通学時の交通状況提供によるインセンティブの導入

各学生の、日々の通学時の出発位置、時刻、キャンパス到着時刻、及び交通手段の情報を提供してもらう。逆に、帰宅時はキャンパス出発時刻、帰宅時の到着位置、時刻、及び交通手段の情報を提供してもらう。これにより、日常の交通状況把握や渋滞対策実施後の効果検証に活用することを目的としている。情報提供をしてもらう対価として、前項で記載したインセンティブポイントを付与し、情報提供を呼び掛ける。

なお、交通状況提供によるインセンティブ付与については、公共交通で移動した学生以外にも、自動車でも移動した場合も付与の対象となる。これは、あるOD間の交通手段別の所要時間の情報自体も、日常の交通状況把握には重要だと考えているためである。

今回の事前検証においては、交通状況提供のシステム構築が間に合わなかった。また、実際に大学への通学行動は実施しなくて良い形式をとっていたことから、各被験者が大学に到着したと想定するタイミング及び、帰宅したタイミングにおいて、通学・帰宅時の交通状況を検証担当者にメールで報告する形式をとった。

(5) ブロックチェーンの構築環境

図-12 に実験において構築したシステム環境のイメージ図を示す。ブロックチェーンのノードは Amazon Web Services 環境（以下、「AWS 環境」という）で構築し、計算処理負荷分散のため、学生の画面操作による要求を受け付ける「学生アクセス用 BC ノード」とブロックチェーンのブロック生成（マイニング）のみを担当する「マイニング用 BC ノード」に分け、これらを Peer to Peer 通信で同期させた。学生からはスマートフォンからの予約・登録が前提のため、インターネットを介した AWS

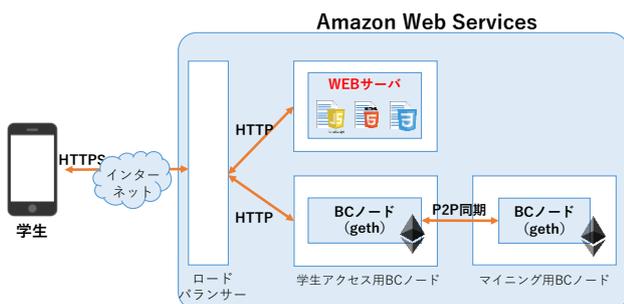


図-12 構築環境イメージ図

環境への要求アクセスでは、学生のスマートフォンと AWS 環境は HTTPS を使用した通信となるが、ブロックチェーンのノードは HTTPS 接続が不可能である。そのため、AWS のロードバランサーを置き、学生の要求を HTTP に変換してブロックチェーンのノードに渡すようにシステムを構築した。コントラクトコードは Ethereum のクライアントソフトである Geth を利用して実装した。

4. 事前検証結果

(1) アプリを運用する上での課題

今回、ブロックチェーンを活用したアプリを活用して事前検証を行ったが、実証実験に先立ち、改良が必要な点として以下の内容が確認された。

a) ラストワンマイルの導入について

大学の学生等からは、「琉球大学の敷地面積が広いいため、授業のたびに講義棟が変わると自家用車で駐車場を移動するケースがみられる」という意見がみられた。そのため、ラストワンマイルについては、大学内駐車場に配置を行うとともに、乗用車で通学した学生や、相乗りで通学した学生もラストワンマイルを活用できるようにする必要があるといえる。

b) 相乗り支援システムの導入

「相乗り」については、本検証では集合場所・集合時間を設定せず、相乗り運転者・同乗者が任意の場所・時間で合流を行う形を想定していることから、事前検証で想定した、管理員が集合場所で相乗り用チケット（QRコード）をスキャンするシステムについては実現が難しい。そのため、別途以下で示すような対策を実施する必要がある。

1 つ目の対策は、相乗りの認証を参加者同士で出来る仕組みの検討である。これは、例えば相乗り運転者が相乗り同乗者のチケット（QRコード）を読取る形を想定している。現在のシステムでは、管理者以外は読取りを実施するシステムを含めていないが、利用者側のシステムに含めることが出来れば、任意の場所・時間でも対応が可能と考えられる。

2 つ目の対策は、相乗り実施者が大学に到着後、任意の場所に管理者を配置して相乗り登録を実施する形である。これであれば、システムの改良は必要ないが、授業の開始タイミング等によっては、管理者を長く配置する必要があるなど、効率性の観点から課題があると考えられる。

また、相乗りを選択した場合、駐車場予約やラストワンマイルの利用可能時間の登録と同様に、認証する時間帯に制限がかかっている。例えば、「相乗り午後」を選択した場合、12時半以降でないかと相乗り認証が出来ないが、午後の講義開始時刻 12 時 50 分に合わせて大学に

到着するように任意の場所・時間で相乗りを実施する必要があるため、12時半より前に認証を行う必要があるといえる。

更に、「相乗り」の実施については、相乗り運転者・相乗り同乗者が調整して実施することを想定している。そのため、授業日程等の変更等により急遽通学しない可能性も考えられることから、「相乗り」を事前に選択した際も申請をキャンセルできる仕組みを構築する必要性があるといえる。

c) 駐車場利用制度の導入

小篠ら³⁾が検討を実施した沖縄国際大学では、駐車場枠に上限を加えていたが、琉球大学の場合は学内が広く、駐車場数も広大なことから、枠の指定を実施することは非現実的であると考え。このことから、駐車枠の設定をしなくても、駐車場の利用チケットの発行が出来るシステムに変更する必要がある。

d) 社会貢献者へのインセンティブ導入

現在のシステムでは、ラストワンマイル利用時にポイント徴収・付与が行わないシステムとなっている。厳密には、ノーショー等の当日キャンセルの防止策として、ラストワンマイルの貸出しに対してインセンティブポイントの減算、実際に当日ラストワンマイルの利用が確認された際に、環境に配慮した行動を実施したことによるポイント付与するシステムとする必要がある。

e) 通学時の交通状況提供によるインセンティブの導入

実証実験においては、交通状況提供は各被験者から検証担当者にメールを送付する形を実施していた。キャンパス MaaS の更なる浸透のためには、これをアプリ内で完結できるように必要がある。具体的には、移動の開始・終了時にボタンを1クリックするだけで移動記録が保存できるようになれば、利用者の負担を軽減出来る可能性があるといえる。

(2) 本格運用に向けた課題

また、アプリ以外にも本格運用に向けた課題として、以下の3つが考えられる。

1つ目は、管理者の現地での配置である。実証実験等、期間が短い場合ならば管理者を配置することも考えられるが、本格運用となった場合は、駐車場や小型モビリティの貸出場所等、チケット認証のために常に管理者を配置するのは難しいと考える。そのため、駐車場管理は無人でも可能となる簡易的な駐車場管理のための手法の検討を行うことや、小型モビリティについても無人で自動的に貸借が可能となるシステムの検討が必要である。

2つ目は、細かい仕組みの整備である。例えば、現在のシステムでは相乗りについては通学時にしか実施しない(帰宅時はインセンティブも付与しない)形となっている。そのため、帰宅時には各自、公共交通や相乗り等

の手段で帰宅してもらう形でよいか、その際に公共交通機関を利用した場合はインセンティブを付与する必要があるか等の仕組み整備が必要であるといえる。

また、駐車場利用についても、マイカー通学が許可されていなくとも、マイカー通学を一時的に必要とするライフスタイルが存在するほか、マイカー通学が許可されていてもマイカーでなくても通学できる日がある等の背景があることから、マイカー通学の許可・非許可の学生ともに必要に応じて駐車場を利用できるようにする仕組みが必要である。

3つ目は、OKICA との連携についてである。実証実験では、図-12 に示す通り利用実績の抽出については、作業員によるマニュアル作業となっている。こちらについて、利用実績とのAPI連携を実現することで、更なる自動化・効率化に貢献できると考える。

5. 成果・今後の課題

本研究では、キャンパス MaaS と呼ばれるシステムの導入に向けた実証実験に先立ち、2022年8月上旬に琉球大学の学生モニターに協力して頂き、ブロックチェーンシステムの事前検証を実施し、事前検証で実施した項目及び今後の実証実験に向けた課題について報告した。実証実験に向けた課題として、アプリの運用上必要な機能等の整理を実施した。また、事前検証結果を踏まえたキャンパス MaaS の実証実験や本格導入に向けた課題として、細かいルール整理や利用実態把握の自動化などがあることが確認された。

今回の課題として、4つあげられる。

1つ目は、データ利用に関する制度設計である。大学での通学方法の適正化施策の検討のため、学生の居住地や居住地から大学まで公共交通を利用する場合の所要時間や乗り継ぎ回数等との関連分析をする必要がある。これらのデータは個人情報となってくるため、オープンデータ化の実施範囲の検討をはじめとする、データ利用に関する制度設計が必要となる。

2つ目は、駐車場管理運用手法の検討である。今回の実験において駐車場の利用認証は、管理者によってQRコードを読み取ることを想定していたが、駐車場台数が広大となる箇所においては、簡易な駐車場管理のための手法検討が必要となるほか、ルール整備も必要である。

3つ目は、インセンティブの付与に関する規則である。相乗りシステムに対するインセンティブの付与のほかにも、他の交通機関とシェアモビリティを同時に利用した場合のインセンティブの付与ルールや、対距離制運賃となっている公共交通(バス・モノレール)を利用した際のインセンティブの付与率を、距離に応じて変更する必

要があるかどうかについて、今後検討が必要である。

最後に、地域連携である。実験フィールドである琉球大学周辺には沖縄国際大学が立地しており当該地域における相互の大学連携が重要となる。なお、沖縄国際大学では、大学駐車場の利用に際して、登録制等の制度が取られていないなど、大学ごとにより利用制度が異なっているため、同一のシステムをそのまま導入可能という状況ではないため、大学ごとに合わせたブロックチェーンシステムを構築し、大学ごとのシステムをサイドチェーンにより相互連携する仕組みが必要であるといえる。

また、また、地域内住民も利用できるような MaaS としての一体的な取り組みにすることが重要となるほか、沖縄の交通 IC カードには登録店舗で利用できるポイントシステムも導入されており、当該地域における公共交通への転換等の社会貢献者へのポイント還元と連携することで、さらなる地域活性化も期待できる。

謝辞：事前検証の実施に際し、琉球大学工学部工学科神谷研究室の学生等、延べ 10 名の方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いただきます。

NOTES

- 注1) 都市における人の動きとその変化～平成 27 年全国都市交通特性調査集計結果より～、国土交通省 HP, <https://www.mlit.go.jp/common/001223976.pdf>.
- 注2) 国土交通省：都市と地方の新たなモビリティサービス懇談会 中間とりまとめ, 2019. 国土交通省：第 8 回都市と地方の新たなモビリティサービス懇談会 中間とりまとめ, 2019.
- 注3) Satoshi Nakamoto: Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, 2008.
- 注4) 経済産業省商務情報政策局情報経済課：平成 27 年度我が国経済社会の情報化・サービス化に係る基盤整備（ブロックチェーン技術を利用したサービスに関

- する国内外動向調査）報告書概要資料, pp.7, 2016.
- 注5) 那覇市・浦添市・宜野湾市・沖縄市・北中城村：那覇市・浦添市・宜野湾市・沖縄市・北中城村 地域公共交通総合連携計画, 2017.
- 注6) 距離の計算の際は、琉球大学本部棟を基準としている。
- 注7) 琉球学部法文学部：琉球大学法文学部 よくある質問, <http://www.ll.u-ryukyu.ac.jp/faq/>
- 注8) 琉球大学：琉球大学 琉大のデータ, <https://www.u-ryukyu.ac.jp/aboutus/data/>

REFERENCES

- 1) 沖縄県交通政策課：TDM 施策推進アクションプログラムの改定(案)についてのご意見募集, 沖縄県 HP, <https://www.pref.okinawa.jp/site/iken/r3/tdm.html>.
- 2) 石井明, 天方匡純, 菅原宏明, 小篠耕平：ブロックチェーンを活用した駐車場管理と公共交通利用促進の一体的取組に関する実証実験, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol. 59, 2019. [Ishii, A., Amakata, Y., Sugawara, H. and Ozasa, K.: Demonstration experiment for an integral approach of parking lot management and public transportation use promotion by using blockchain technology, Papers of research meeting on civil engineering planning, Vol. 59, 2019.]
- 3) 小篠耕平, 菅原宏明, 天方匡純, 石井明：大学通学における MaaS へのブロックチェーン技術を活用した TDM 手法の提案—沖縄国際大学の实証実験を事例として—, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol. 61, 2020. [Ozasa, K., Sugawara, H., Amakata, Y. and Ishii, A.: Proposal of adapting TDM for MaaS of commute to university by using blockchain technology—case study of experiment at Okinawa International University—, Papers of research meeting on civil engineering planning, Vol. 61, 2020.]
- 4) 琉球大学：琉球大学キャンパスにてシェアサイクルを活用した新たな交通環境の創造による行動変容研究を開始, 琉球大学 HP, <https://www.u-ryukyu.ac.jp/news/20160/>

(Received September 30, 2022)

RESEARCH ON PRE-VERIFICATION OF CAMPUS MAAS DEMONSTRATION EXPERIMENT SYSTEM

Yoshikazu KIKUCHI, Hiroaki SUGAWARA, Daisuke HORII, Daisuke KAMIYA and Atsushi UECHI

In the University of the Ryukyus, many students choose car to commute, and this dependence on car causes problems such as traffic accidents, traffic congestion and greenhouse gas emissions. University has been considering a call for conversion of public transportation. we plan to conduct a demonstration experiment in the winter of 2022 to introduce a system called Campus MaaS to convert commute method. Prior to the experiment, a preliminary verification of the blockchain system was conducted in early August 2022 with the cooperation of students. This paper reports on the items conducted in the pre-verification and issues to be addressed in the future verification experiment. We also summarize issues for the demonstration experiment and full-scale introduction of Campus MaaS based on the results of the preliminary verification, as well as necessary items for the UX of the blockchain system.