

AI システムを用いた琉球大学キャンパス内の 駐車特性・交通流動に関する研究

菅原 宏明¹・菊池 恵和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

²正会員 八千代エンジニア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

³正会員 八千代エンジニア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: 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

琉球大学では学内に分散配置している駐車場利用については許可制を導入しているが、人手による巡回調査で許可証やナンバープレートを確認し、不正な利用を確認している。しかし、実施者には大きな負担となっているため、駐車場の利用実態を効率的に把握することを目的として、2021年10月から月1回の頻度で出入り車両の動画撮影を行い、ナンバープレート情報をAIにより自動で認識する技術の検証を開始した。本論文では、撮影動画に対してAI解析を行い、入出車両のナンバープレート情報を取得し、これらのデータを活用して学内駐車場の利用特性分析の可能性を検討するとともに、学内の周回道路を通過する交通流動特性の分析の可能性についても検討した。また、これらの検討結果をキャンパス関連の交通計画に反映する方法について提案した。

Key Words : parking management, artificial intelligence, license plate survey, parking future

1. 背景・目的

近年、地方都市圏においては公共交通の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¹⁾。自家用車の利用が集中するような施設では駐車入場待ちによる路上での滞留が発生し、公共交通の利便性低下を惹起し、更なる公共交通利用者の減少を誘発する負のスパイラルな状況が見受けられる。このような悪循環への課題に対し、駐車場満空情報を反映した予約システムの導入による問題の解消が期待されている。

公共交通においては、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組み合わせる1つの移動サービスとして捉える概念である。公共交通を主な移動手段とした仕組みではあるが、これに自家用車と公共交通の乗継や相乗り、駐車場予約等も加えて検討するなど、異なる交通モードと連携した一連の移動として管理することも必要である

と考える。

一方、道路交通の分野では路肩に設置した撮影機材を用いて交通流動を撮影し、動画にAIを用いて交通量等を自動で計測する手法の研究が盛んに進められている。走行経路や起終点を把握することを目的としたナンバープレート調査については、撮影機材による録画を実施し、後日人手によるデータ読取が行われているが、多地点での調査になることから読み取りの手間やコストが課題となっている。このような状況に対して最近ではAIによる走行車両のナンバープレートの読取技術が開発されており、小篠ら²⁾ではプレート内の4情報の読取精度が90%以上と非常に高い水準に到達している。駐車場入出部で撮影した動画に対してAIによる解析手法を応用することで、駐車場の簡易な管理に活用することが期待される。

本研究のフィールドの琉球大学では、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約 3,000 台分確保されているのに対し、全体の 6 割が自家用車で通学している状況である³⁾。大学の所属学生数は約 8,000 人である⁴⁾ことから、駐車場確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も抱えている。

このような駐車場の利用状況に対して、大学側では駐車車両の実態調査を定期的実施し、非許可車両の不正利用の是正に向けた取り組みを行っているが、人手による調査は関係職員の大きな負担となっている。

そこで、本研究ではAIによる解析結果を踏まえた非許可車両の抽出や滞在（駐車）時間分布等の駐車特性分析への応用を検討した。これにより、AIの活用が簡易な駐車場管理手法として適用が可能かどうか検証を行った。また、駐車特性の分析結果を公共交通利用促進施策に活用する手法について提案した。

2. 計測手法・条件

本研究では、小篠ら²⁾が検討した深層学習を用いた画像解析により交通量計測とナンバープレート情報認識を同時に行う AI システム TRAVIC を活用した。

(1) 入力データ

入力対象の動画品質は一般的なビデオカメラで撮影し、動画は「1280×720pix, 30fps」に変換した。撮影は筆者ら²⁾を参考に図-1 に示す方法で撮影した。

(2) ナンバープレート認識

出入状況の把握には、ナンバープレート情報の認識が必要である。認識には、EyeTech社の「LPRナンバープレート（車番）認識エンジン」を用いた。当該エンジンの認識精度は実環境において97%以上とされている（中板および大板、照度50lux以上での認識。照明などの環境条件によって変動。通過車両の場合は通過速度と撮像装置に依存。）⁶⁾。TRAVICが認識したカウント対象車両のバウンディングボックスの範囲を切り出し、図-2に示す4つの情報を認識した。

(3) 計測地点の状況

計測は2021年11月18日（木）7時～19時の連続12時間調

査を実施した。大学の出入口3断面（各地点流入・流出の2方向）に撮影機材（SONY FDR-AX45）を設置し、撮影動画をAIシステムにより解析した。なお、調査日はコロナ蔓延状況を踏まえて、対面とリモートの講義が併用されている時期であった。また、時折の降雨によりカメラレンズ付着する雨滴を拭うなどの処理を行っている。



図-1 入力対象画像

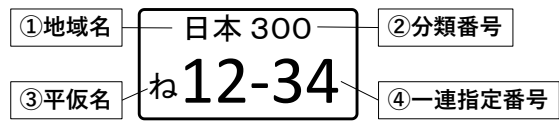


図-2 ナンバープレート情報

3. 分析結果

(1) ナンバープレート読取り可能台数

各出入口（3断面あ6方向）で通過を確認した合計台数、ナンバープレートを読取れた台数を表-1に示す。なお、表中のナンバープレートの読取りが出来た車両は、4情報全てを読取れた車両に限定している。12時間合計では、AIは通過車両の約7割、人手は約85%の車両で4情報全てを認識出来た。詳細に分析するため、時間帯別に認識率を整理した結果を図-3に示す。

AIによる時間帯別の認識率を見ると、8時台～16時台は81～95%と高い精度で読取りが出来ている一方、7時台や17時台・18時台の精度は低い結果となった。当該地域の調査日における日の出が6時50分、日没が17時39分であることから、日の出直後や日没後など、周囲が暗い状況ではナンバープレートの読取りが難しい結果となった。また、人手調査でも同時間帯は同様の傾向であるが、これはナンバープレートを手で観測する調査でも撮影機材を用いて録画し、動画を後日読取っているためである。AIのみならず人手調査においても暗い時間帯の調査には課題がある。

表-1 断面通過台数とナンバープレートの4情報全てが読取れた台数

	通過台数	読取率
総通過台数	14,816台	-
読取り台数(人手)	12,581台	84.9%
読取り台数(AI)	10,545台	71.1%

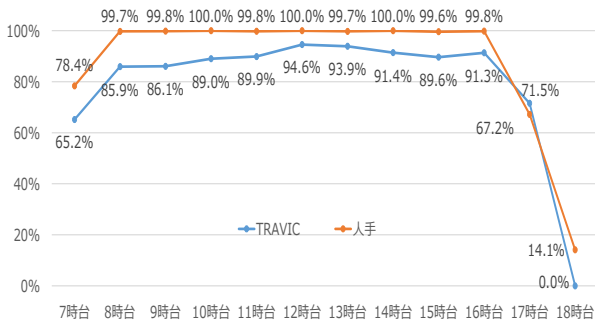


図-3 時間帯別ナンバープレート4情報全ての認識率

(2) 滞在時間分布分析

前節で整理した通過台数のうち、流入から流出の一連の動きが確認できた車両の滞在時間分布を整理した。分析対象となる車両台数は、3,554 台であった。

分析結果を図-4 に示す。約半数の車両の滞在時間が 10 分以下であり、琉球大学の構内は通過交通が多いことが想定される。当該地域は図-5 に示すとおり道路網が南北縦方向の基幹軸に対して東西横方向の道路網が少ないことや、米軍基地や広大なキャンパスという沖縄本島特有の事情が要因として考えられる。通過交通の特性については後述する。また、10 分以上滞在している車両に特化しても、滞在時間が長いほど、対象となる車両数が少なくなる傾向が確認できた。このように、AI を活用することで、滞在時間分布等、駐車特性を把握することの可能性を確認できた。

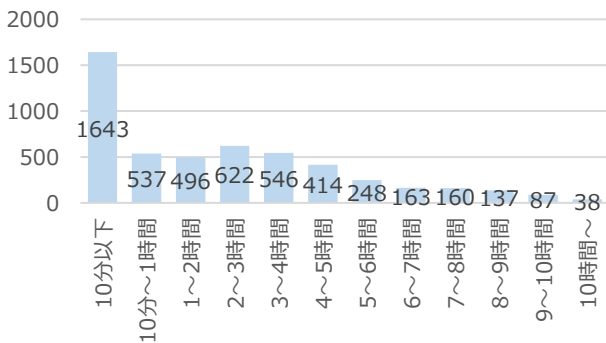


図-4 大学内滞在時間分布



図-5 対象地点位置図と周辺道路網

(3) 許可車両割合

琉球大学では駐車場の利用において許可制・登録制を導入しており、申請は大学の職員や学生の他、附属小中学校の送迎車や出入り業者も対象になっている。本研究では大学より駐車場の利用を許可された車両ナンバーの情報を用いて、許可車両と非許可車両別の駐車特性を分析した。

図-6 は、駐車時間 10 分以上の車両における許可状況の区分を示したものである。全体の 61% が未登録の車両であり、許可されている車両は全体の 34% に留まっている。これはコロナ禍の影響でオンライン授業となったために学生が新規や更新の申請手続きを行わずに駐車場を利用するケースが多いことが要因であると考えられる。

図-7 は、駐車時間別に学内駐車場の利用許可が有効な車両、利用許可の期限が切れている車両、未登録車両の割合を示したものの、また、図-8 は駐車時間別に許可車両（期限切れも含む）の割合を示したものである。駐車時間が短いほど未登録の割合が高く、大学とは関係のない通過交通や大学への来客等の可能性が高いと想定される。逆に駐車時間が長いほど申請済みの車両の割合が高くなる傾向ではあるが、駐車時間が 9 時間~10 時間の 70% 台が登録のピークである。駐車場の適正な利用に向けて、コロナの収束に伴い対面式の授業に移行していく段階で利用申請を徹底化することが課題となっている。

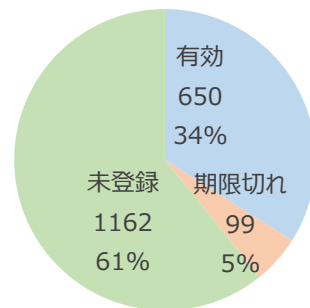


図-6 大学内に 10 分以上滞在した車両の登録有無

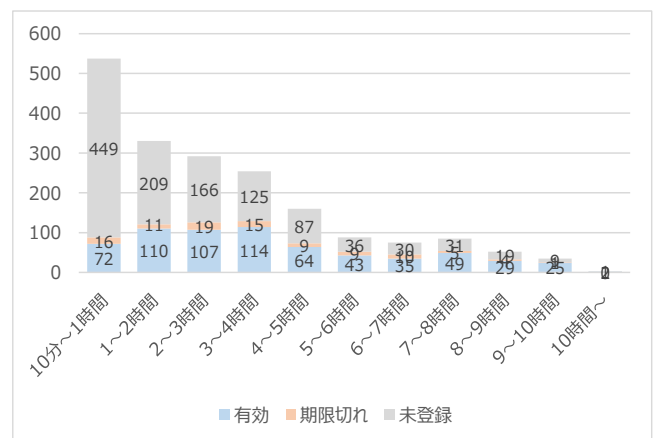


図-7 駐車時間別の許可状況別の車両比率

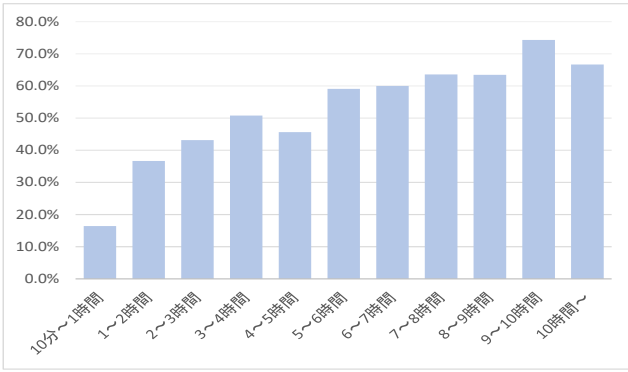


図-8 駐車時間別の許可車割合 (期限切れを含む)

(4) 通過交通の特性

琉球大学の千原キャンパスには図-9に示す通り3か所の出入口があり、その3か所を環状で結ぶ道路が整備されている。なお、キャンパスは宜野湾市・西原町・中城村の自治体境に位置しており、立地条件の関係上キャンパス周辺住民が移動する際の抜け道として利用されるのが通過交通の特徴である。

3か所の出入口で読み取ったナンバープレートの情報から出入マッチングを行い、その時間差が10分以内の場合を通過交通として定義して集計した結果、キャンパスを出入する交通の46%と半数近くが通過交通であることが確認できた。コロナ前の人手による調査⁷⁾では通過交通の割合は27%であった。

図-10は出入口別に通過動線を示したものであるが、箇所別の流動に大きな差は認められなかった。



図-9 琉球大学千原キャンパス出入口

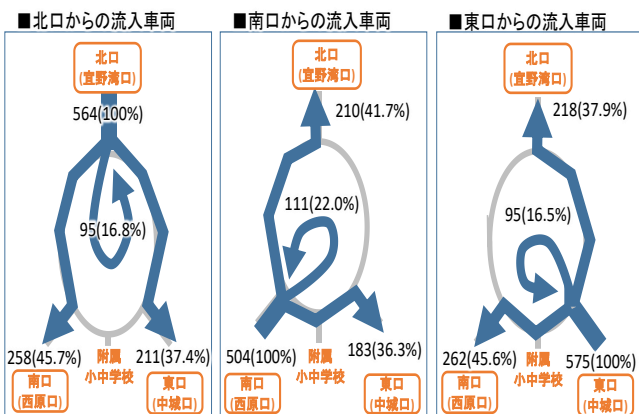


図-10 通過動線

4. 駐車特性分析と公共交通利用促進策

(1) キャンパス交通エリアの取り組み

沖縄県では令和4年度にTDM施策推進アクションプログラム⁸⁾を見直し、その中で琉球大学や沖縄国際大学等のキャンパスが集中する「キャンパス交通エリア」を図-11に示すTDM重点エリアとして定め、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 を社会実装するためのテストベッドとして当該エリアを活用することを定めている。

キャンパス交通については、過年度から自家用車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。そこで「キャンパス MaaS」の研究では、図-12に示すようにキャンパスに乗り入れているバス路線だけではなく、大学近傍を多頻度に運行している基幹的なバス路線とキャンパスを結ぶ電動シェアサイクル等小型モビリティの導入の効果について検証を進めている。さらに、自家用車による通勤通学については許可・登録制度の他に相乗り等により実質的な乗り入れ台数の抑制も想定したモデルを提案している。



図-11 TDM 重点エリア

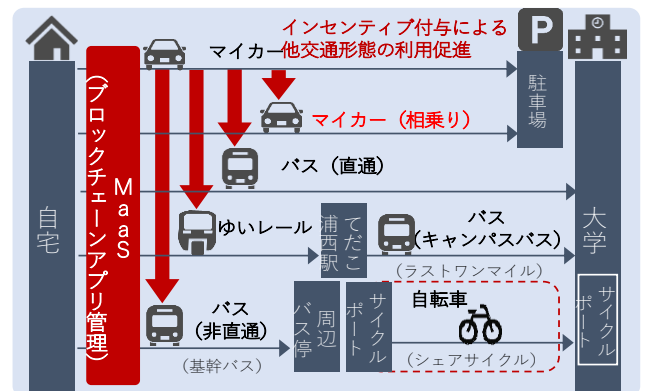


図-12 キャンパス MaaS のイメージ

一方、公共交通の運賃抵抗が自家用車から公共交通への転換を困難にしている状況が過年度調査⁷⁾で確認され

ている。そこで「キャンパス MaaS」の研究では、図-13 に示す駐車料金や基金等を原資として確保し、公共交通利用者に還元するというエコノミーモデルを提案している。

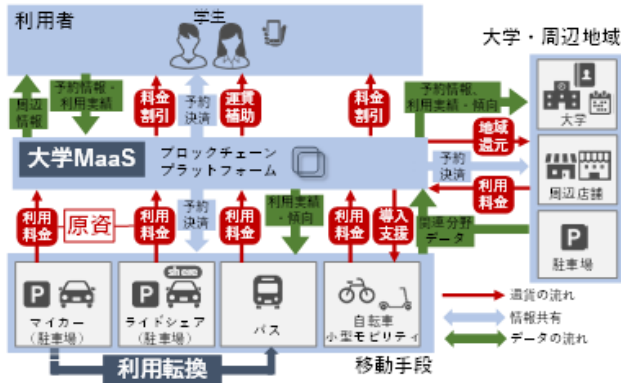


図-13 キャンパス MaaS のエコノミーモデル

(2) キャンパス MaaS における駐車データの活用

3. 分析結果において大学の所有する入構登録データと駐車場出入車両のナンバー情報の組合せにより、駐車場の適正利用の状況を判断する分析が可能であることを確認できた。これにより、キャンパス MaaS において、普段は自家用車で通学している学生が公共交通を利用した場合の検証を行いつつ、エコノミーモデルに基づくインセンティブを付与するなど、公正な対応が可能になると考える。また、これら通勤通学手段の情報と駐車場の適正利用に関する情報を蓄積し、不正利用の実績がある場合にはインセンティブを付与しないなど弾力的な対応も可能になる。駐車場出入調査結果は大学の所有する許可車両のナンバープレート情報データを含めた整理が可能であり、公共交通利用実績データとの組合せにより TDM 施策の効果検証に活用する可能性を見出すことができた。

(3) 通勤通学に関する移動情報の活用

学生の日々の自家用車や公共交通による移動において、出発時間と位置、大学到着時間等の走行実績情報等をキャンパス MaaS のプラットフォーム上に蓄積することが出来れば、公共交通への転換効果の他に、道路の混雑状況や TDM 施策の効果を定量的に検証出来る可能性がある。検証に向けては大量のデータが必要となるが、多くの学生から情報提供を受けるには利用実績を提供した対価として、各学生にインセンティブを付与する仕組みが効果的であると考え。現在、沖縄で導入されている交通系 IC カード「OKICA」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いる。この仕組みを活用することで、今回提案した MaaS モデルにおいて TDM や情報提供に協力した学生には当該地域で使用できるポイント付与が可能になる。これにより、より多くの学生

が MaaS モデルへ参加してもらえることが期待される。

なお、これらの交通行動とインセンティブを組み合わせた実証実験を琉球大学において今冬実施予定である。実証実験の際はインセンティブの付与方法やキャンパス MaaS の利用者数の検討も行い、適切な TDM 実施要件の検討やキャンパス MaaS モデルの実現に向けた必要項目の整理に貢献できると考える。

5. まとめ

本研究では、琉球大学において出入交通の動画撮影を行い AI による解析を実施した。ナンバープレートの読み取りについては、日中時間帯であれば精度は高く、滞在時間分布等の駐車特性の把握にも適応が可能であることを確認した。これにより、従来人手で整理する必要があった駐車場出入管理についても、市販されている撮影機材だけで簡易に自動化することによる省力化・効率化が図れることが期待される。また、駐車場出入の情報や自家用車の移動情報を組み合わせることにより、駐車場の適正利用を徹底化するための管理方法の検討に AI を用いた調査解析手法が適用できる可能性や、駐車や自家用車の移動情報が公共交通への転換を促進する取り組みとなる可能性を見出すことができた。

今後は、自家用車と他交通手段とを組合せた移動サービスをキャンパス MaaS で実現し、マイカー利用の抑制と公共交通の利用促進の施策に適用する可能性について検証する必要がある。図-14 はキャンパス交通エリアの自家用車による通勤や通学が、駐車場の利用ルールやキャンパス MaaS による変化を過年度実態調査⁷⁾を参考に試算したものである。実証実験ではナンバープレートの読み取りによる駐車場利用の監視や公共交通を利用することによるインセンティブ付与により、自家用車から公共交通への転換の可能性や乗合などによる交通量の削減、さらに移動情報を施策の評価や交通計画のデータとして提供してもらう可能性について検証したいと考えている。

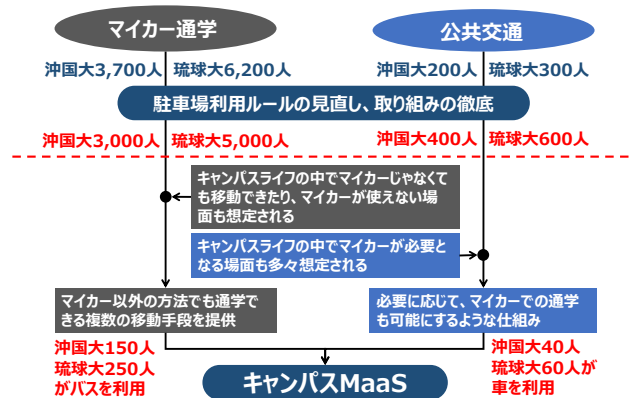


図-14 キャンパス MaaS の利用者数の想定

(利用者数はコロナ前の数値をベースにした試算値)

参考文献

- 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～, 国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室,
<https://www.mlit.go.jp/common/001223976.pdf> (参照 2022-03-28)
- 2) 小篠耕平, 菅原宏明, 藤井純一郎, 大久保順一, 岡野将大: 路側からの撮影動画を用いた車種別車両計測とナンバープレート認識の複合認識システムの開発および精度検証, 土木学会全国大会, 2021
- 3) 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/>
- 4) 琉球大学: 琉球大学 琉大のデータ,
<https://www.u-ryukyu.ac.jp/aboutus/data/>
- 5) 菅原宏明, 小篠耕平, 藤井純一郎, 大久保順一, 小早川悟: 路側に設置した簡易撮影機器の動画による交通量自動計測に関する基礎的研究, 第 40 回交通工学研究発表会論文集, 2020
- 6) LPR ナンバープレート (車番) 認識エンジン製品仕様, アイテック株式会社,
<https://www.eyetech.jp/product/lpr/> (参照 2022-03-26)
- 7) 沖縄県企画部交通政策課: 令和元年度 公共交通利用促進に向けた調査検討業務
- 8) 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>.

(Received September 30, 2022)

Research on parking characteristics and traffic flow on the University of the Ryukyus campus using an AI system

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

The University of the Ryukyus has introduced a permit system for the use of parking lots that are distributed on campus. However, since this is a heavy burden on the operator, with the aim of efficiently grasping the actual usage of the parking lot, from October 2021, we will record videos of vehicles entering and exiting once a month, we have started verification of technology that automatically recognizes plate information using AI.

In this paper, AI analysis was performed on the captured video, and the license plate information of the entering and exiting vehicles was obtained. Using these data, we examined the possibility of analyzing the usage characteristics of parking lots on campus, and also examined the possibility of analyzing the traffic flow characteristics that pass through the campus road. In addition, we proposed a method to reflect these examination results in transportation plans related to campuses.