

Ajax を用いた地域公共交通向け運行状況確認システムの改良

高木秀也^{†1} 末吉智奈佐^{†2} 稲永健太郎^{†2}

概要：現在、コミュニティバスをはじめとする様々な地域公共交通が交通利便性向上のため多くの自治体で運行されている。利用客数の少ない地域公共交通の多くはITの導入が進んでおらず、運行管理の多くが手作業によるものとなっている。そこで本研究では、研究室が取り組んでいるコミュニティバス運行管理支援システムの一機能である「データベースACEを用いた利用客向けコミュニティバスロケーションシステム」を改良し、車両の最新位置情報、停留所の位置情報、停留所の名前を地図上でリアルタイムに確認できる「地域公共交通向け運行状況確認システム」として開発した。

Improvement of Vehicle Location and Status System using Ajax for Regional Public Transportation

TAKAGI HIDEYA^{†1} SUEYOSHI CHINASA^{†2}
INENAGA KENTARO^{†2}

1. 序論

1.1 研究の背景

現在、住民の足であるはずのバス路線が大幅に廃止され、交通過疎地域が生まれていることが問題となっている。国土交通省が平成28年度に公表した一般路線バスの路線廃止状況では、年間およそ1,000km以上もの路線が廃止されていることがわかる。その一方で、少子高齢化が進む現代においてはバスの必要性が見直されつつある。近年、自家用車の普及によって大幅にバス利用者が減少していたが、高齢者による自家用車での事故が多く報道され問題視されていることなど、地方自治体では高齢者の免許返納、公共交通の利用を促している。

今後更に少子高齢化が進み、コミュニティバスは公共交通として必要不可欠な存在となると考えられる。しかし、財政的余裕がなく民間事業者のようなバス運行管理システムを持たないコミュニティバスでは、利用客の増加にもすぐに対応することができない。

コミュニティバスのデータを整備し、簡易的な運行管理支援システムを作成することで、今後の利用客増加を後押しすることができると考える。著者らの地域公共交通運行管理支援グループでは、これらの課題を解決するための第一歩の取組みとして、地域公共交通の利用ニーズを把握するための“見える化”（可視化）のためにICTを活用した利

用状況調査を2013年度以降実施している。具体的な取り組みとして、地域公共交通の運行の見える化および運行管理支援のための統合ICTシステム（以下、単に本システム）の実用化を推進している[1]。図1に本システムの構成を示す。

本システムは、従来の乗り込み調査に比べ低コスト実施可能な各種調査用タブレット向け独自アプリおよび関連ツール、そして本システムに必要な公共交通基盤データの作成支援ツールを備えている。本システムを用いて自治体運行の地域公共交通における実証実験ならびに本格的調査を行い、公共交通へのICT活用の直接的・間接的効果について検証を進めている。

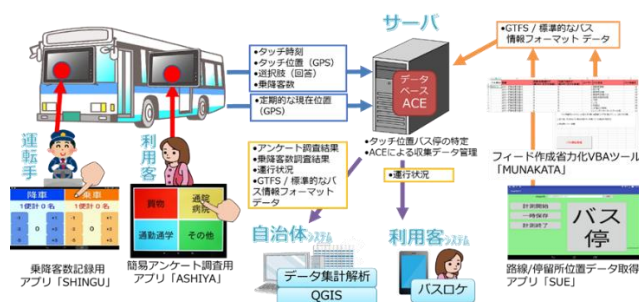


図1 地域公共交通運行管理支援システム

1.2 研究の目的

本研究は、コミュニティバスの運営をより簡略化し効率化することを目標として、運行管理者向けバスロケーシ

^{†1} 九州産業大学 情報科学部 情報科学科

^{†2} 九州産業大学 理工学部 情報科学科

ンシステムを開発することを目標とする。平成 29 年度の菊池貴文氏が開発した「利用客向けコミュニティバスロケーションシステム」[1]をベースに、運行管理者向けのシステムとして機能を追加、改良を行い、より実用的なシステムとして運行管理者に提供し、管理負担の軽減を目指す。

1.3 本論文の構成

第 1 章では研究の背景、目的を述べた。第 2 章では関連研究について述べる。第 3 章ではシステムの設計について述べる。第 4 章ではシステムの実装について述べる。第 5 章では実証実験、結果について述べる。第 6 章では結論を述べる。

2. 関連研究・関連技術

2.1 利用客向けコミュニティバスロケーションシステム

平成 29 年度に菊池貴文氏が利用客向けコミュニティバスロケーションシステムを開発した。このシステムではタブレットから送られた位置情報をデータベースで管理し Web 上で表示させることができる。また、バス停の位置情報や名前をデータベースにあらかじめ保存しておくことで、地図上にバス停のアイコンが表示される。表示させる Web ページは Top ページ、時刻検索ページ、最寄りバス停検索ページがある。

本研究で開発する「運行管理者向けバスロケーションシステム」は昨年度作られたこのシステムをベースに開発する。

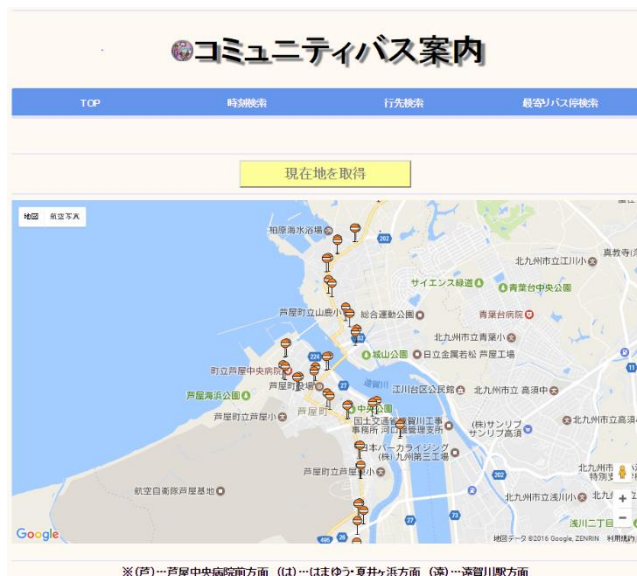


図 2 Top ページ

2.2 SkyBrain [2]

SkyBrain は株式会社ヴァル研究所が提供するバス事業者向けのバスロケーションシステムサービスである。バスの

現在地、遅れ状況、到着予定時刻等を様々なイラスト地図、あるいはデジタルサイネージに表示できる。

また、同社の乗降客数カウンタ専用機と連携することで、バス停ごとの乗降客数の集計結果から路線やバス停の利用状況を把握することができる。

2.3 アプリ ASHIYA [3]

アプリ ASHIYA は同研究室土生氏が開発した、バス利用者向けの簡易アンケート集計アプリである。バスの降車口にアプリ ASHIYA を起動したタブレットを設置し、降車時に任意の 4 択のアンケートに回答してもらうことで集計をとる。

また、バスの最新の位置情報を送信する機能を備えており、本研究で開発する「運行管理者向けバスロケーションシステム」では、このデータを使用することでリアルタイムな位置情報を表示することができる。

以下の図 3 は、アプリ ASHIYA の回答画面の一例である。



図 3 アプリ ASHIYA アンケート回答画面

2.4 アプリ SHINGU [4]

アプリ SHINGU は同研究室後藤氏が開発した、バス事業者向けの乗降客数集計アプリである。バスの停車中に乗車人数、降車人数を入力することで、発車時に自動的に集計結果をデータベースへと送信することができる。

アプリ ASHIYA と共通する機能として、こちらもバスの最新の位置情報を送信する機能を備える。

以下の図 4 は、アプリ SHINGU の乗降客数入力画面である。



図4 アプリ SHINGU 乗降客数入力画面

2.5 GTFS・GTFS-JP [6]

GTFS (General Transit Feed Specification) には、公共交通機関の時刻表とその地理的情報に使用される共通形式が定義されている。GTFS の「フィード」を利用することで、交通機関は乗換案内データを公開し、デベロッパー(開発業者)はそのデータを相互運用可能な方法で利用するアプリケーションを作成することができる。

GTFS フィードは、1つの ZIP ファイルに格納された一連のテキストファイルで構成される。ファイルはそれぞれ、具体的な個々の乗換案内情報(停車地点、ルート、旅程、その他時刻表データ)の雛形となる。フィードの例については、下記に記した。交通機関は乗換案内情報をデベロッパー(開発業者)と共有するために GTFS フィードを作成する。一方、デベロッパー(開発業者)は、GTFS フィードを取り込んで乗換案内情報をアプリケーションに組み込むツールを作成する。GTFS は、ルート検索、時刻表の公開など、なんらかの方法で公共交通機関の乗換案内情報を利用する各種アプリケーションの利便性向上に役立つ。

また、GTFS-JP とは、GTFS をもとに国土交通省が定めたフォーマットである。このフォーマットは従来の経路検索では対象外となることが多かった、バス車両数の少ない中小バス事業者向けに作られており、コミュニティバスなどのバス情報の拡充が期待されている。

3. システム設計

3.1 開発概要

本研究はバスの現在位置状況、バス停の位置、バス停ごとの時刻表、利用客の現在位置が Web ページで確認できるシステムを開発する。本研究はそのための Web ページとデータベースを改良する。

本研究はバス運行管理支援システムの一部として開発を進める。

3.2 機能設計

本システムでは、図5に示すようにタブレットが GPS 情報を受け取り、インストールされたアプリ ASHIYA またアプリ SHINGU から市町村コード、バス ID、バスの現在位置の緯度経度、日時情報を持った状態で位置情報を登録する Web ページにアクセスする。その後各情報をデータベース ACE に送る。

データベース ACE にて随時更新されるバスの現在位置の緯度経度の情報を、市町村コード別に表示する機能、また、あらかじめ登録されているバス停の位置情報、経路の情報を表示させる機能を実装する。



図5 バスの現在位置取得機能の流れ

3.3 画面設計

本研究で開発するシステムでは、表示画面には地理院地図を表示させ(図6)、バスの位置アイコン、バス停の位置アイコン、利用者の現在位置アイコンを表示させる(図7)。また、バスの路線名が特定できた時のみ、路線図を表示させる。

Web ページの Top 画面では地理院地図を表示させ、利用者の現在地アイコンを表示させる。バス事業者リスト(図8)より事業者が選択された場合、対応するバス情報、及びバス停情報を表示させる(図8)。

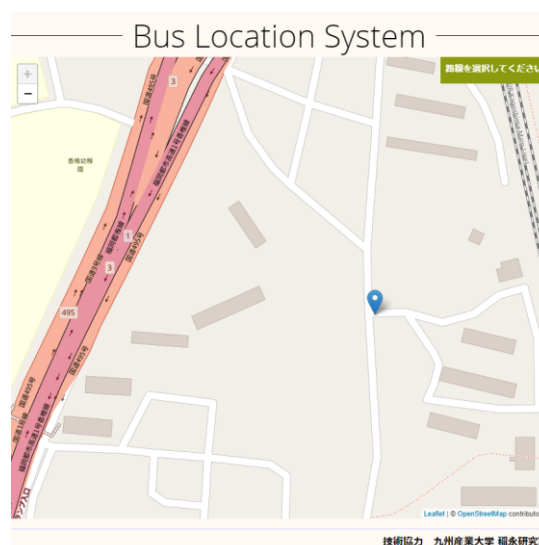


図6 利用者の現在位置を中心座標に置いた画面(例)



図7 利用者現在地アイコンのウィンドウ



図8 バス事業者選択リスト

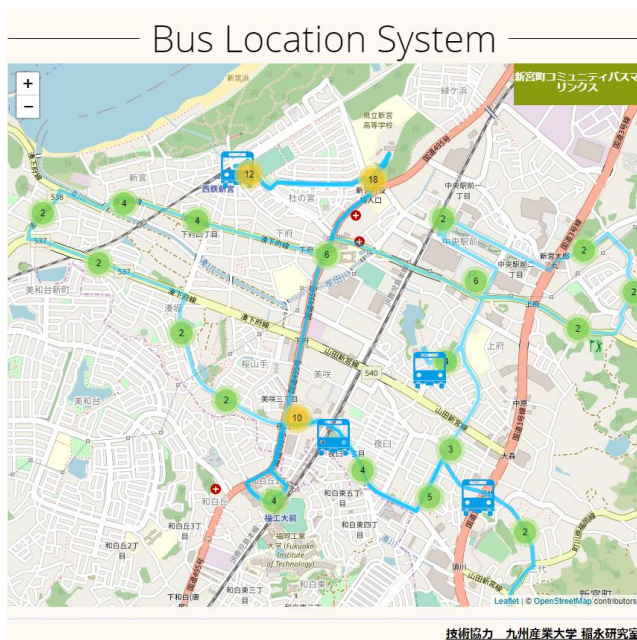


図9 対象自治体を中心座標に置いた画面（新宮町の例）

改良前は、ページ読み込み時に新宮町を中心として地図を表示していたが、多数のコミュニティバスに対応するため、システムの利用者の現在地を中心として地図を表示す

るように変更した。

また、以前までページ読み込み時にバス停を表示していたが、読み込み速度向上のため、利用者がバス路線を選択した後に、非同期にてデータベースへのアクセスを行うように改良する。

3.4 データベース設計

本研究では、同研究室のデータベース「ACE」が持つ GTFS・GTFS-JP を使用し、開発を行う。このフォーマットには、コミュニティバスを運行する自治体の情報やバスの時刻表、路線情報などが含まれる。また、データベース「ACE」独自のテーブルとして、バスの最新の現在位置情報を保持する「latest_location テーブル」を用いる。また、バス停の位置情報、バス停名を保持するテーブルを用いて対象バス事業者のバス停を表示する。

4. システムの実装

4.1 開発環境

開発環境として以下のものを使用する。

開発言語：HTML5, CSS3, PHP7, JavaScript (Leaflet を含む)

OS：Windows10

ウェブサーバ：Apache

データベース：PostgreSQL

管理ツール：pgAdmin4

4.2 動作環境

サーバ環境

Web サーバとデータベースサーバの管理には XAMPP を使用する。

OS：Windows10

ウェブサーバ：Apache

データベース：PostgreSQL

クライアント環境

Web ブラウザ：Google Chrome

4.3 データベースの実装

本システムで実装した「latest_location テーブル」の仕様を以下にまとめる。データベースは PostgreSQL で実装を行う。

表 1 latest_location テーブル

フィールド名	名称	データ型
oid	オリジナル ID	oid
agency_id	事業者 ID	text
bus_number	バスナンバー	text
bus_time	位置データ送信時間	timestamp
bus_lat	現在位置 (緯度)	double
bus_lon	現在位置 (経度)	double

4.4 システムの実装

図 10 は利用者の現在位置を中心座標とした Web ページの Top 画面の初期画面例である。この画面は bus_information.php と map.php によって実現される。右上部のメニューバーから事業者名を選択することで、地図上に選択された事業者のバス現在位置、バス停の位置、及びバスの運行経路が表示される。バスアイコンを選択することで、バスの路線名、便数が表示される。バス停アイコンを選択することで、バス停名が表示される。

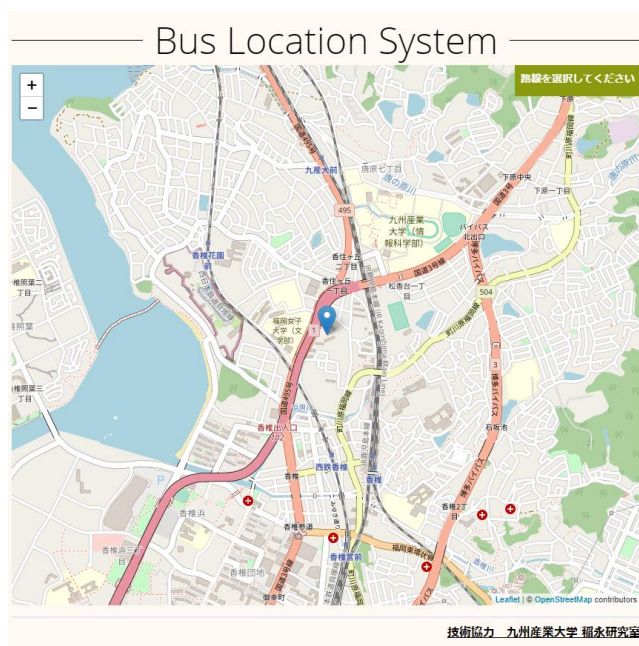


図 10 Web ページ Top 画面

また、図 11 は事業者名を選択し、マーカーを表示するまでの流れを示している。Ajax を用いて ShowBus.php と SetRoute.php に事業者名を送信し、ShowBus.php と SetRoute.php がそれぞれ対応するバスアイコン、バス停アイコンをデータベース ACE から取得する。取得したマーカー情報を map.php へ返答し、地図上に表示する。

それぞれのマーカーを表示後 15 秒おきに、同様に ShowBus.php のみに事業者名を送信し、バスの現在位置を更新する。

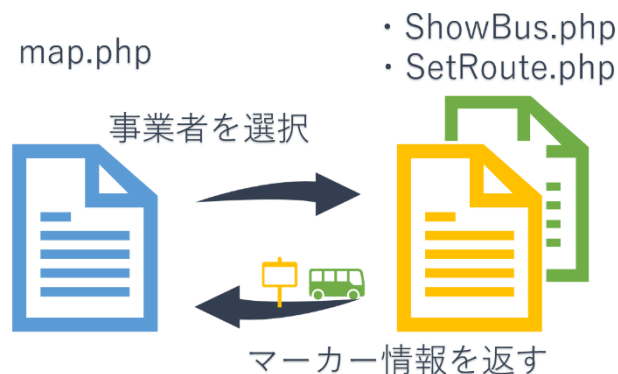


図 11 Ajax によるマーカー情報取得の流れ

5. 評価

5.1 評価方法と評価内容

今回の評価では、データベース ACE に含まれるバスの現在位置情報、バス停の位置情報、バス事業者名のデータを用いた。また、バス路線名を表示するために、バスの運行状況、バス停ごとの到着時間などのデータを用いた。

初期画面にアクセスし、全ての事業者名が正しく表示されることを確認する。事業者名を選択し、バス停情報、バス現在地が正しく表示されることを確認する。また、GTFS・GTFS-JP で定義されている路線図の位置情報が登録されている新宮町コミュニティバスにおいては、路線検索、及び路線図の描画が正しく行われていることを確認する。

5.2 結果

5.2.1 事業者選択リストの表示

データベース ACE に含まれている全ての事業者名が事業者選択リスト (図 12) に正しく表示されることを確認した。

5.2.2 バス停のアイコンの表示

バス停が正しい位置に、正しい名前が表示されることを確認した。図 13 は「新宮町コミュニティバス 佐屋バス停」である。往復分のバス停 2 つが表示されており、地図を縮小することでクラスターとして 1 つのマーカーにまとまる (図 14) ことを確認した。



図 12 バス事業者名選択リスト



図 13 バス停情報表示マーカー

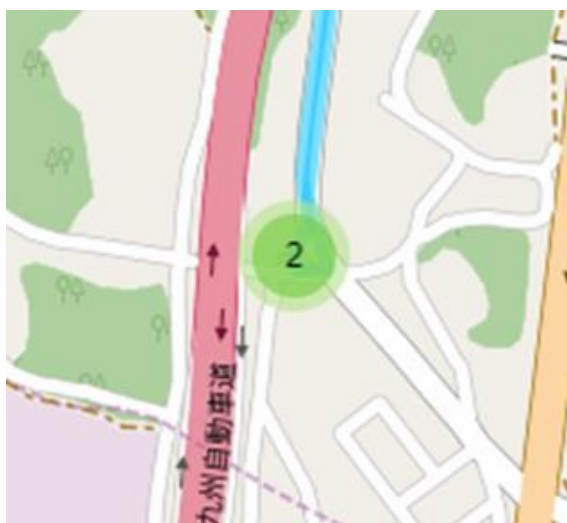


図 14 地図縮小時のバス停情報表示マーカー

5.2.3 バスアイコンの表示

バスアイコンがバスの最新の現在位置情報のとおりに表示され、15 秒間隔に非同期で更新されることを確認した。図 15 は新宮町コミュニティバス マリンクスのバスを、平日の 17 時 45 分に確認したものである。時刻表と照らし合わせ、路線と便名が正しいことを確認した。同時に、「相らんど線 第 2 ルート」の路線図が正しく地図上に表示されていることも確認できた。



図 15 バス情報マーカー及び路線図の表示

5.3 考察

今回の評価ではバス事業者の表示、バス情報の表示および路線名、便名が正しく表示されたことが確認できた。昨年度までの「利用客向けコミュニティバスロケーションシステム」では、新宮町での利用に限定されたシステムであったが、利用するデータベースの変更により、他の事業者でのバス情報の表示にも対応することができた。また、SQL 文の改良と Ajax の導入による非同期でのデータベースへのアクセスを行うことで、Web ページの動きを大きく改善できた。

今後の課題として、多くのブラウザに対応させることが挙げられる。現在は Google chrome と Microsoft Edge での動作を確認しているが、Internet Explorer では Ajax で使用している API が正しく動作しないことが確認できた。今後のバス利用者向けのシステムとしての一般公開に向けてより多くのブラウザに対応させることと、携帯端末から利用する際の操作性を向上させる必要がある。また、路線検索において、バスの現在地によっては正しく路線が検索できない事があったため、更なる精度の向上が必要と考える。

現在、バス事業者向けに開発している本システムを、機能を限定しバス情報の表示に重きを置いたものを利用者向けとし、アンケート結果、バスの詳細情報をリアルタイムに確認できる仕様のものを事業者向けとして分けて開発し、事業者向けのものを同研究室の他の Web システムと統合することで、さらに高機能なバス管理システムになると考える。

6. 結論

現在、コミュニティバスをはじめとする地域公共交通の運行において財政難からくる課題が数多く存在する。今後必ず起こる少子高齢化による交通社会の変化において、コミュニティバスは重要な役割を担うことになるものと考えられるが、IT化の進んでいないコミュニティバスでは、少子高齢化と共に進む情報化の社会で後れを取ってしまうことになる。そのための準備として、本研究室で取り組んでいる地域公共交通運行管理支援システムの一機能である「データベース ACE を用いた利用客向けコミュニティバスロケーションシステム」を運行管理者向けに改良し、利用客向けどちらにも対応ができるようにした。

本システムは、昨年度まで実装されていたバス停ごとの時刻表など複雑な機能を削減し、可能な限りシンプルで扱いやすいシステムとして、Ajax を用いて開発をしながら進めている。システムの利用者にはあまり操作を要求せずに、直感的に使い方がわかるように開発を行った。その結果、昨年度までのシステムで起こっていた読み込み時に多大な時間がかかる問題や、バス停表示の見やすさなど、改善できた部分がとても多く、一般公開に向けて大きく前進することができた。

本システムをバス事業者が使うことで、現在の遅れの把握、非常時の位置確認など、利用客からの問い合わせに答える際に大きく役立つ。今後の機能改善として、アプリ SHINGU と連携しバス内の利用客数を確認する機能、同研究室山戸氏が開発している「乗降客数調査データ解析 Web ページ」 [5]、同じく同研究室中間氏が開発している「自治体向けアンケート調査結果確認 Web ページ」 [6] と本システムを統合することによるデータ集計結果の確認ページの追加などが挙げられる。いずれも、セキュリティ対策を行い、一般公開ができるように開発を進めていく。

謝辞

本研究におきまして、終始多大なるご支援を頂きました新宮町役場産業振興課関係各位に心から感謝いたします。

また、研究に伴って多くの協力を頂きました皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 稲永健太郎, 西山准矢, 原田航輔. 地域公共交通基盤データの作成省力化ツールの開発, 2017, 第 15 回 ITS シンポジウム 2017.
- [2] 菊池貴文. データベース ACE を用いた利用客向けコ

ミュニティバスロケーションシステムの改良. 2018, 九州産業大学情報科学部卒業論文.

- [3] 株式会社ヴァル研究所, “SkyBrain,” : <https://www.sky-brain.com/>. (参照 2019-02-14)
- [4] 土生雅人. アンケート調査 Android アプリケーション ASHIYA ver.6 の開発. , 2019, 九州産業大学情報科学部卒業論文..
- [5] 後藤遼. バス運転手向け乗降客数計測 Android アプリケーション SHINGU ver3 の開発. 2019, 九州産業大学情報科学部卒業論文.
- [6] 国土交通省 総合政策局 公共交通政策部, “「標準的なバス情報フォーマット」解説 (初版),” 3 2017: <http://www.mlit.go.jp/common/001179007.pdf>. (参照 2019-02-14)
- [7] 山戸雄揮. コミュニティバス運行管理支援システムにおける乗降客数調査データ解析 Web ページの作成. 2019, 九州産業大学情報科学部卒業論文.
- [8] 中間茂彰. 自治体向けアンケート調査結果確認 Web ページの開発. 2019, 九州産業大学情報科学部卒業論文.