

交通再編と自動運転導入の取組み

前橋市交通政策課

2020.2.6

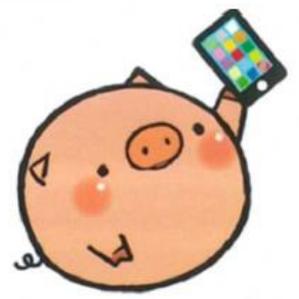
関東運輸局ビジネス講座

日本のほぼ中央に位置する中核市



人口	<u>336,284人</u>
世帯数	<u>145,179世帯</u>
面積	<u>311.59km²</u>
標高	<u>最低64m 最高1,823m</u>

関東平野の北端から赤城山



前橋市マスコットキャラクター ころせん



前橋市の概要

物価が安い

物価水準



1位

小売物価統計調査（構造）/令和元年 総務省

医療が充実

医師の数



2位

市民10万人あたりの医師数/
平成28年度 中核市行政水準

先進医療件数

1位

群馬大学病院の先進医療件数/
前橋市調べ

子育て世代に優しい

子育てしながら
働ける環境がある都市 待機児童



2位 **0**人

成長可能性都市ランキング2017/
野村総合研究所

保育所等関連状況とりまとめ/
令和元年 厚生労働省

市民1人あたりの1日あたり 路線バス利用者数

中核市**44**位



前橋市の交通課題

過度な車依存社会

- 群馬県の自動車保有率は全国 1 位
- 公共交通による交通手段分担率の低迷

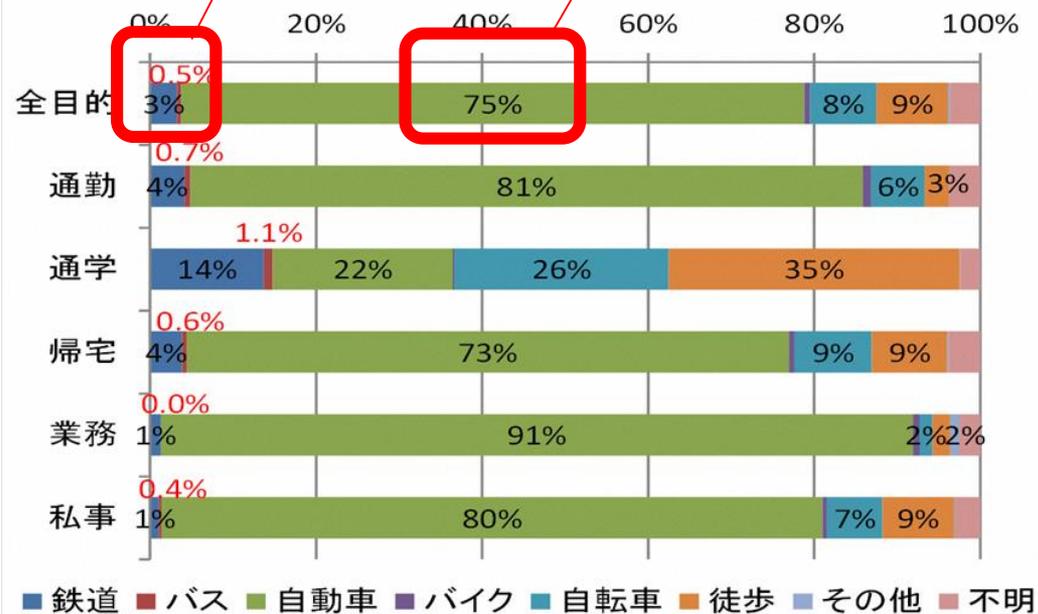
都道府県別の自家用乗用車の普及状況
(軽自動車を含む)

順位	都道府県	1人あたり台数
1	群馬	0.684
	前橋	0.679
2	栃木	0.664
3	茨城	0.661
4	富山	0.657
5	山梨	0.652
・	・	・
・	・	・
47	東京	0.230
	全国	0.477

資料：自動車検査登録情報協会 HP
(平成 29 年 3 月末現在)

鉄道・バス 3.5%

自動車 75%

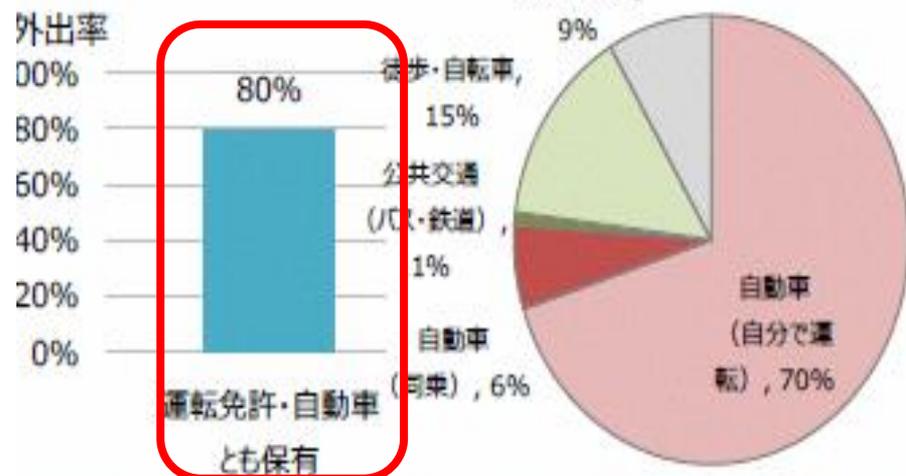


前橋市の交通課題

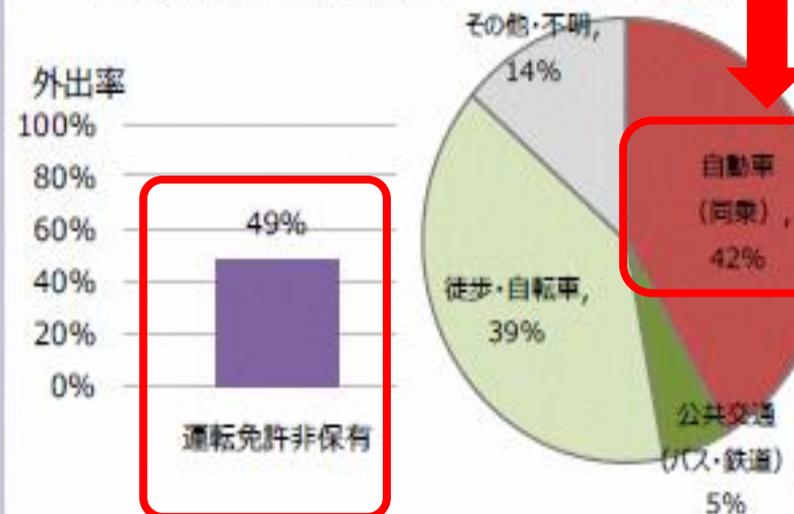
自動車依存の社会

- 免許非保有者の**外出率が低い**
- 免許非保有者が外出する際は、誰かの運転する自動車に同乗するなど、**送迎の負担が大きい**

免許・自動車保有者の外出率・交通機関分担率



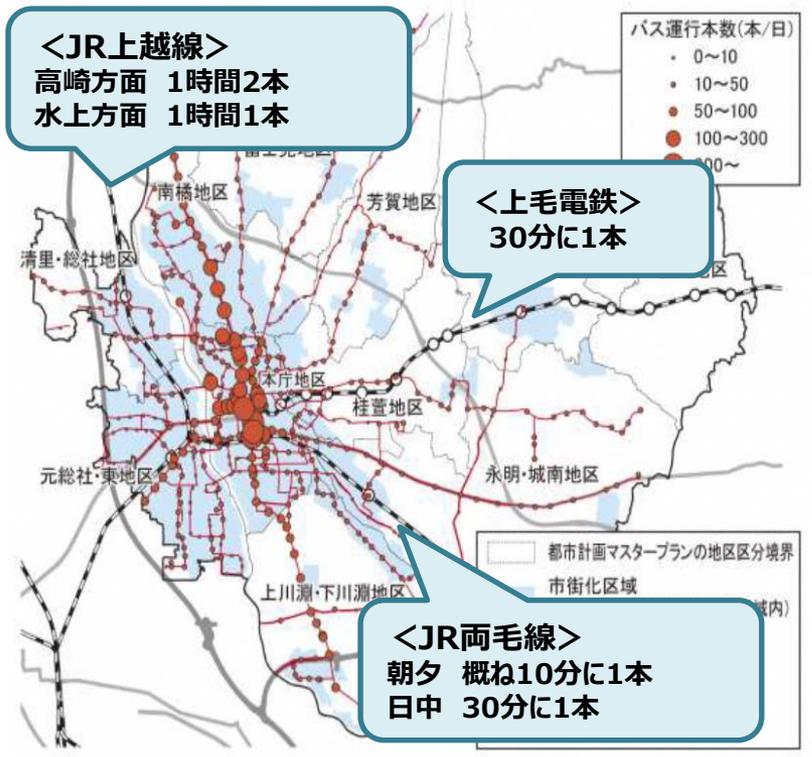
免許非保有者の外出率・交通機関分担率



■ 高齢者の外出率と代表交通手段分担率(左:運転免許・自動車とも保有、右:運転免許非保有)

資料：平成27年度群馬県パーソナルリサーチ調査

前橋市の公共交通の現状（鉄道）



※バス停別運行本数は、上下、系統合計の一日運行本数

上毛電鉄利用者推移

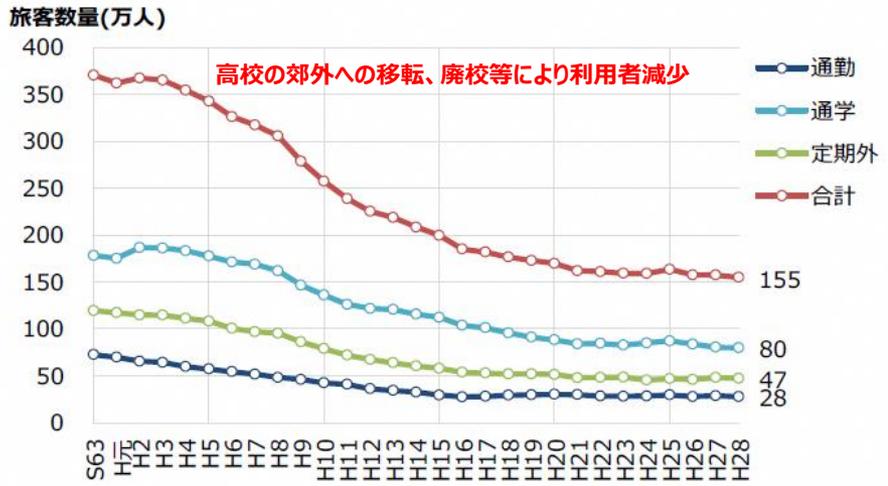
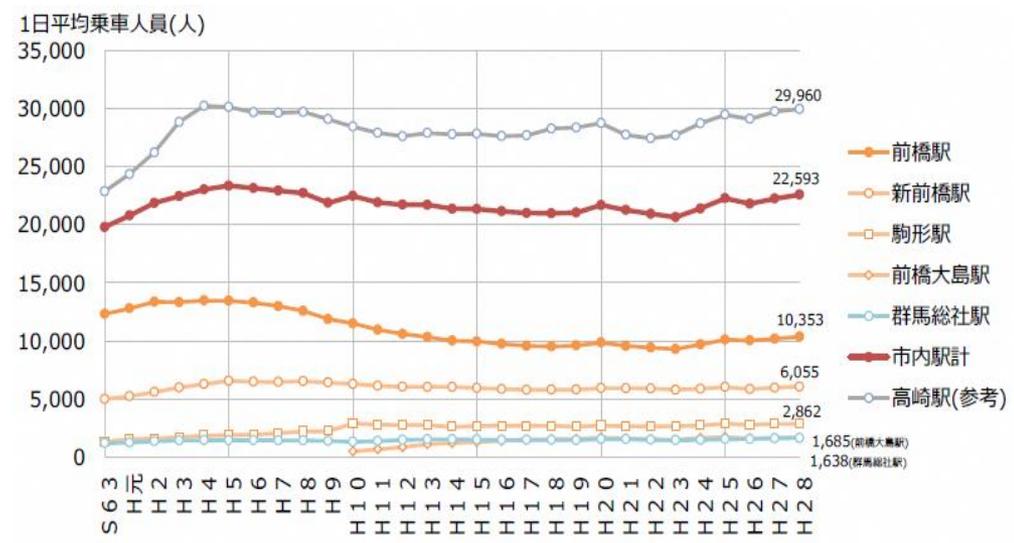
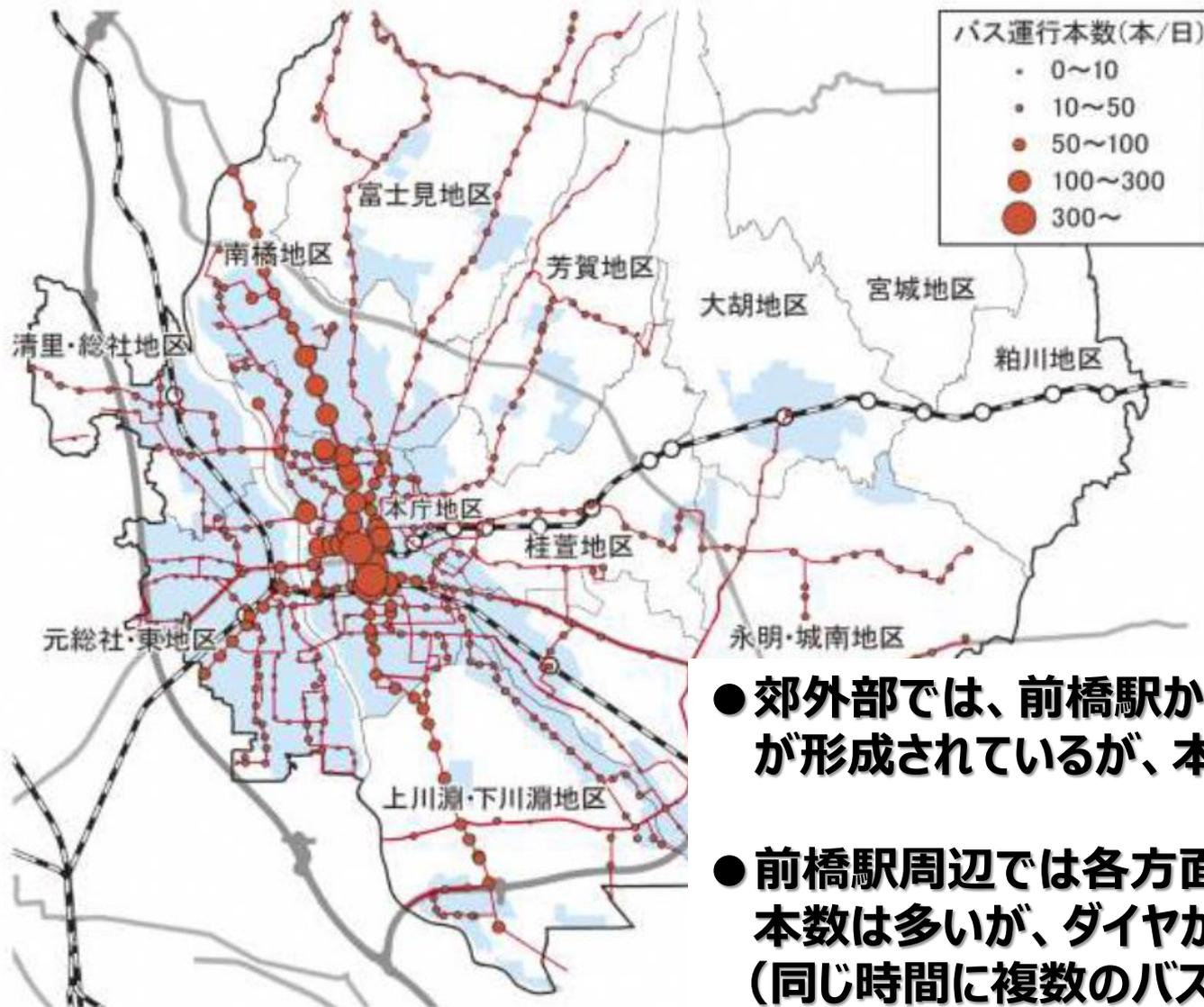


図 2-24 上毛電鉄上毛線の利用者数

JR各駅利用者推移





- 郊外部では、前橋駅から放射状にネットワークが形成されているが、本数が少ない。
- 前橋駅周辺では各方面からの路線が集中し、本数は多いが、ダイヤがわかりずらく非効率。（同じ時間に複数のバスが来る）

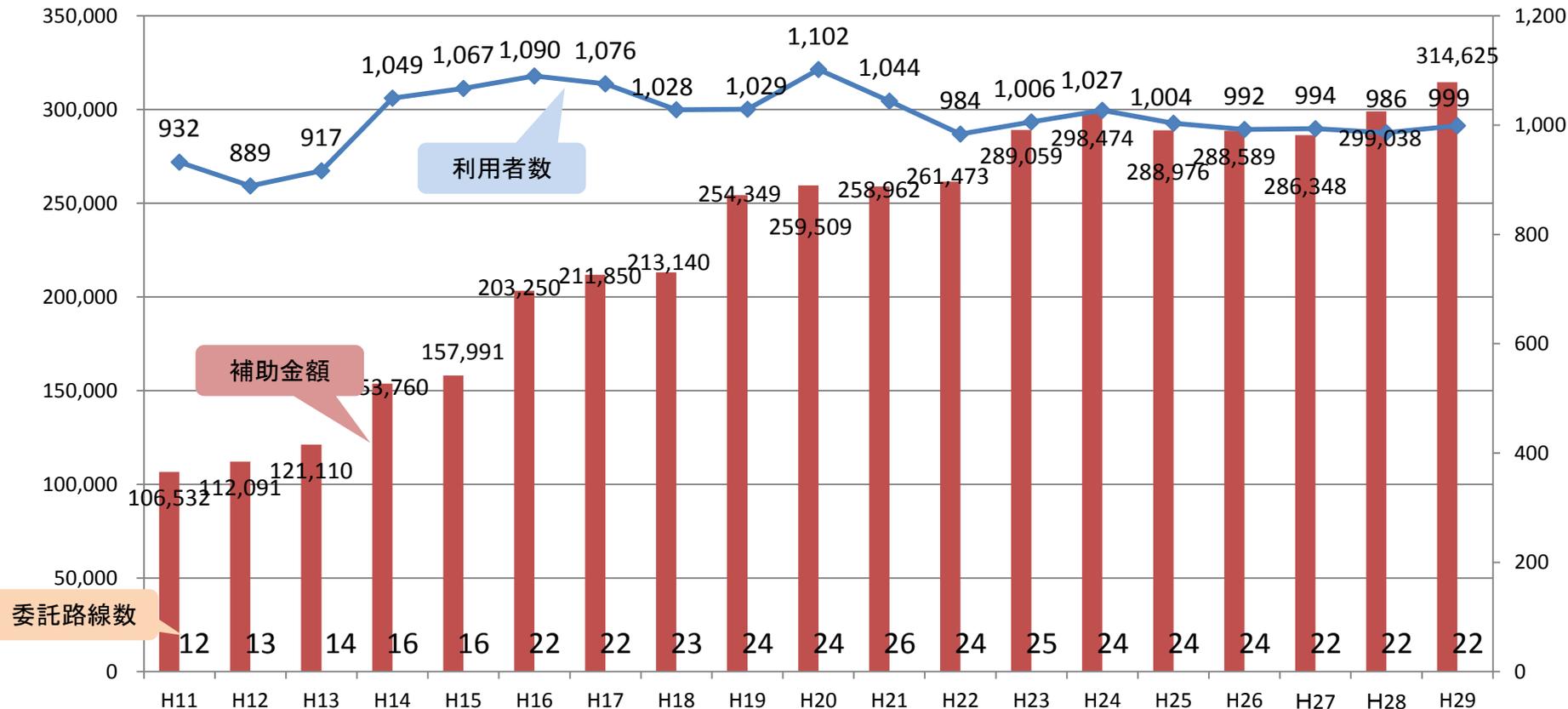
※バス停別運行本数は、上下、系統合計の一日運行本数

前橋市の公共交通の現状（バス）

（単位：千円）

前橋市委託路線の補助金額と利用者数の推移

（単位：千人）



- バス利用者数は年間 100 万人で横ばい推移（委託路線数は増加しており、路線あたりの利用者は減少）
- 自主路線撤退 ⇒ 委託路線化により維持
市補助金額が20年で3倍に増加（毎年3億円）

前橋市の取り組みの全体像

目指す所：車社会から公共交通主体の社会への転換

課題①

- ・ 路線の維持
- ・ 公共交通空白地域の存在

- ・ バス路線の抜本的見直し
(地域公共交通網形成計画)
- ※ 幹線軸の明確化 (充実)
- ※ 地域内交通の導入
- ※ 6社の効率化、合理化
- ※ ラストワンマイルとして効活活用

課題②

- ・ 非生産的時間 (待ち時間) の存在

- ・ 交通結節拠点の整備・ハイスペック化
(中央前橋駅ターミナル化、バスロケ、サイネージによる地域情報提供など)

課題③

- ・ わかりづらい他モード交通
- ・ 乗換え環境の構築

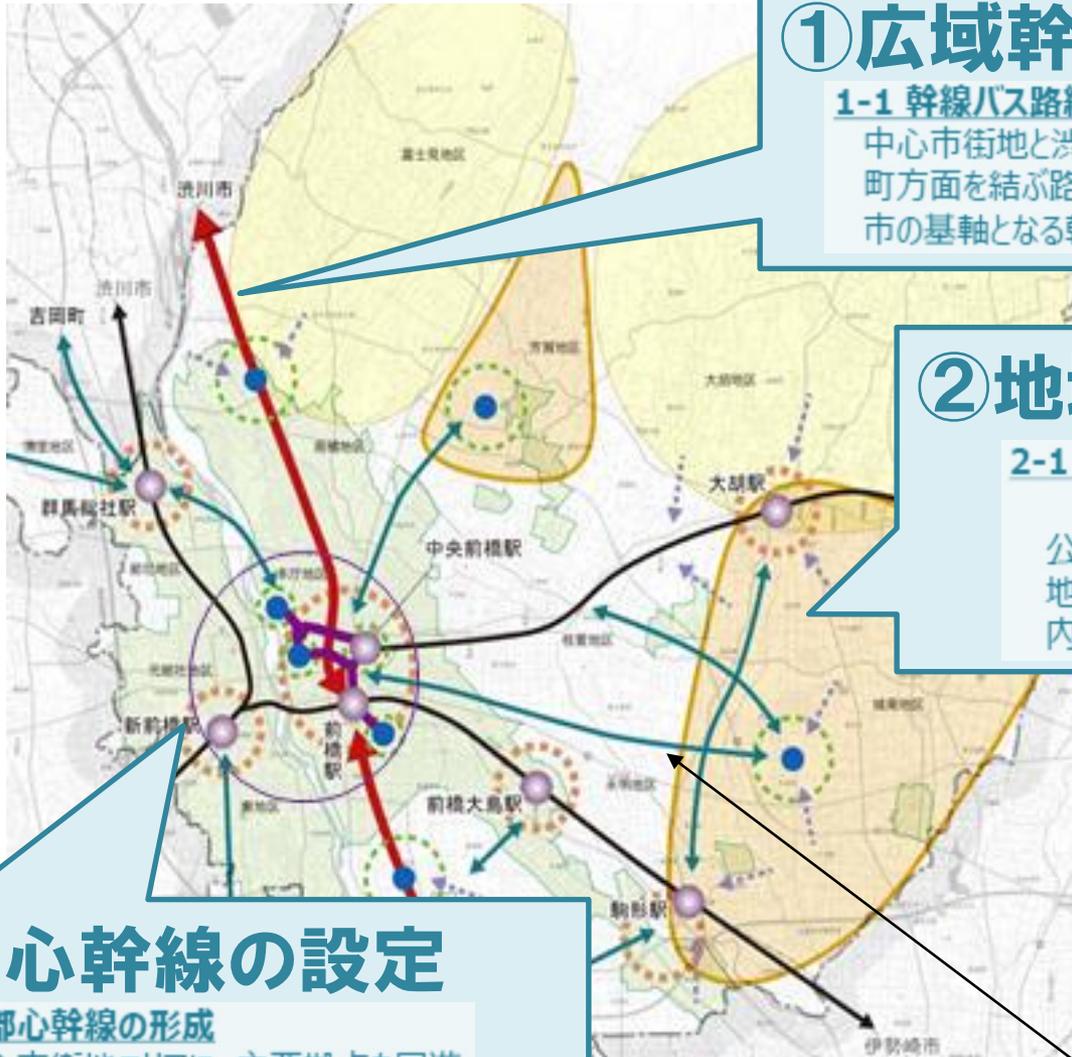
- ・ MaaSの導入
- ・ 新たな移動手段の導入
(低速電動モビリティやGPS付シェアサイクル)

公共交通利用の環境整備と市民の意識改革 (モビリティマネジメント)

実現のために必要な視点

新たな技術の導入(自動運転技術、AI、5G)、他サービスとの連携、まちづくりとの連携、ビッグデータ活用によるサービス見直し

前橋市地域公共交通網形成計画



① 広域幹線の設定
 1-1 幹線バス路線の明確化
 中心市街地と渋川市方面及び南部拠点・玉村町方面を結ぶ路線を「広域幹線」に位置付け、都市の基軸となる幹線公共交通軸を形成する

② 地域内交通の導入
 2-1 公共交通不便地域の解消
 (地域内交通の導入)
 公共交通不便地域の解消策として、地域主体の運行計画に基づく「地域内交通」を導入する

③ 都心幹線の設定
 4-1 都心幹線の形成
 中心市街地エリアに、主要拠点を回遊することができる路線として、「都心幹線」を形成する

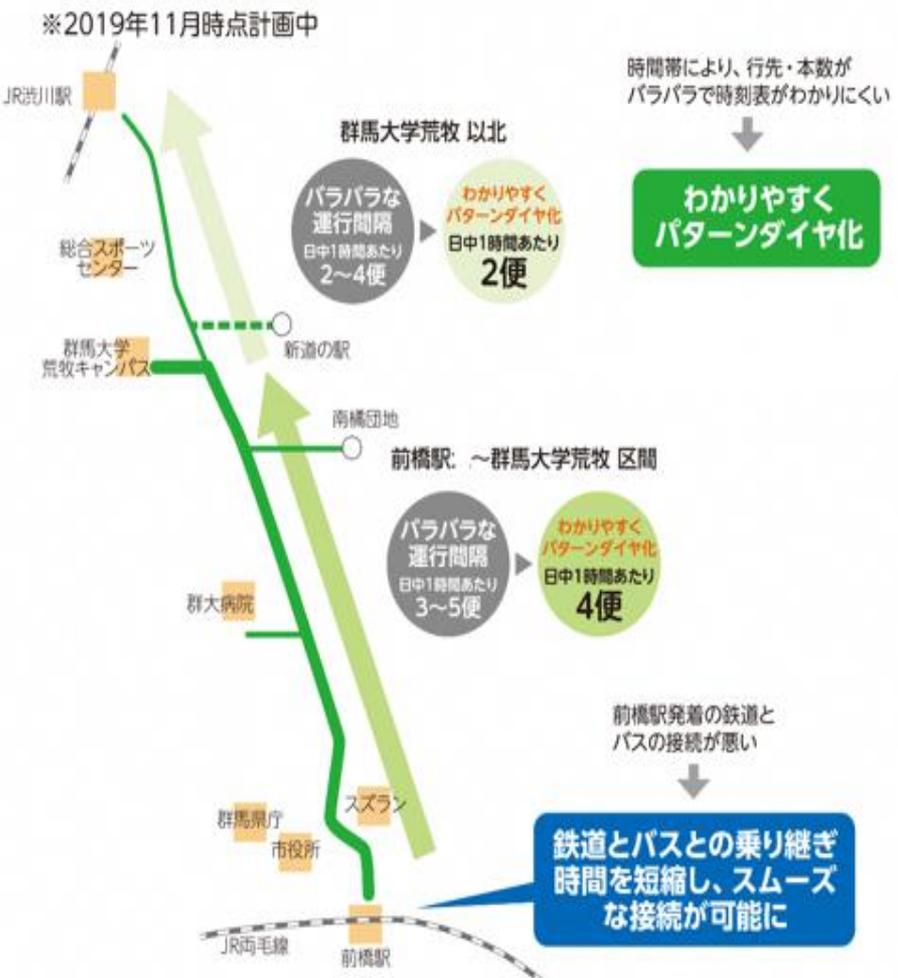
地域間交通の確保
 広域幹線を補完する路線として、持続可能性の高い公共交通サービスを確保する

凡例

重点施策として着実に形成していくネットワーク	
—	広域幹線(バス)
—	都心幹線(バス)
 	地域内交通(想定) (主な公共交通不便地域)
その他のネットワーク形成のイメージ	
—	鉄道
—	地域間交通(バス)
 	既存のデマンドバス
⋯	パーク&ライド等
●	結節・乗換えポイント
都市計画による拠点等	
●	市内拠点
 	市街化区域

前橋市地域公共交通網形成計画 (広域幹線)

渋川方面(北)



※パターンダイヤ化とは…
一定の時間間隔で運行されるダイヤのこと。
例えば「9:10 9:25 9:40 9:55」のように等間隔で運行することにより、利用者にとってわかりやすい時刻表になります。

新町・玉村方面(南)



前橋市地域公共交通網形成計画 (都心幹線)

本町・中央前橋ラインから
4便/時間程度を直通運行

前橋公園方面
へも一部直通

概ね
1便/時間
※前橋駅～立川町通
～県庁前を經由
する系統

日中
30分間隔

立川町通りの
バスも便利に

中央前橋駅から県庁
方面へバスで接続

都心部を通る路線を
パターンダイヤ化で
使いやすく

日中 最大
25分間隔
※県庁方面行き
前橋駅発着型

日中 最大
10分間隔

- 【凡例】
- 広域幹線 (鉄道)
 - ⋯ 広域幹線 (バス)
 - 都心幹線バス (中央前橋ライン)
 - 都心幹線バス (本町ライン)



本町・中央前橋ライン
から4便/時間程度を
直通運行

けやきウォーク
前橋方面へも
一部直通

一部便は玉村・広瀬団地
方面直通

※2019年11月時点計画中

交通再編計画

①広域幹線の設定
⇒パターンダイヤ化等

②地域内交通の導入
⇒デマンド交通の導入

③都心幹線の充実
⇒高頻度運行

④乗換え前提の
交通ネットワーク

課題と取組み

支線の確保 ファーストラストワンマイル
ワンマイルタクシー

効率的な配車の仕組み
AI配車システム

運転手不足
自動運転技術の導入

乗換え環境の構築
MaaS構築

再編計画を実現・有効化するためにIoT、AI等を活用した新モビリティサービスの導入を研究

前橋プロジェクトの特徴

✓ 営業路線バスの実運行環境・一般客乗車・
長期で実施する、**全国初の取り組み**

通常のシャトルバス



群馬大学所有ポンチョ(自動運転仕様)



実証実験のきっかけ

平成29年 群馬大学が次世代モビリティ社会実装センターを設立

限定区間での完全自動運転（レベル4）の実現を目指す
公道での実証実験について前橋市へ打診



公道実証実験の主な指針・手続

1 車内にドライバーがいる状態での公道実証実験

自動走行システムに関する公道実証実験のためのガイドライン (H28.5 警察庁)

許可等は不要

2 遠隔型自動運転システムの公道実証実験

遠隔型自動運転システムの公道実証実験に係る道路使用許可の申請に対する取扱いの基準 (H29.6 警察庁)

自動運転の公道実証実験に係る道路使用許可基準 (R1.9 警察庁)

許可必要 当面20km/h以下

1 実施主体 (平成29年10月20日協定締結)



協定団体	役割分担
前橋市	実験フィールドの提供、公共機関等関係機関との調整、情報発信等
群馬大学	自動運転システム実証実験パッケージの提供および実証実験の実施、その他関連する自動運転実証実験事業等
日本中央バス	運行に関する支援および車両運転者等の提供、車両運転に関する技術の提供等

関係団体	研究事項
株式会社NTTデータ	自動運転管制システムの開発、MaaSアプリとの連携
一般社団法人 ICTまちづくり共通プラットフォーム推進機構 (TOPIC)	マイナンバーカードを活用した乗客管理等の研究
株式会社エム・ピー・ソリューション	キャッシュレス決済端末の提供
株式会社アークノハラ	路車連携掲示板等の開発

自動運転バス実証実験

2 実施期間

2018年度

・平成30年12月14日
～平成31年3月31日

・約4カ月弱
・3日自動運転、3日手動運転

2019年度

・令和2年1月11日
～令和2年3月1日

・約2カ月弱
・土日祝日のみ自動運転

自動運転バス運行カレンダー

平成30年12月						
日	月	火	水	木	金	土
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					
平成31年1月						
日	月	火	水	木	金	土
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		
平成31年2月						
日	月	火	水	木	金	土
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28		
平成31年3月						
日	月	火	水	木	金	土
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

は出発式（一般の乗車はできません）
は自動運転車両運行日（予告なく中止する場合があります）

中央前橋駅⇔JR前橋駅
シャトルバス時刻表(H29.10.1改正)
運賃おとな100円(直行・所要約10分)
日本中央バス株式会社

中央前橋駅発			JR前橋駅発 (北口3番)		
59	39	12	7	25	50
55	26	8	12	41	
40	12	9	03	26	56
40	10	10	26	56	
40	10	11	26	56	
40	10	12	26	56	
40	10	13	26	56	
40	10	14	26	56	
40	10	15	26	56	
40	10	16	26	56	
40	10	17	26	56	
40	10	18	26	56	
10	19				

のべ約10,000人
が乗車

2020年1月

月	火	水	木	金	土	日
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11 1台	12 1台
13 1台	14	15	16	17	18 1台	19 1台
20	21	22	23	24	25 1台	26 1台
27	28	29	30	31		

自動運転走行日

2020年2月～3月

月	火	水	木	金	土	日
					1 1台	2 1台
3	4	5	6	7	8 1台	9 1台
10	11	12	13	14	15 1台	16 1台
17	18	19	20	21	22 2台	23 2台
24 2台	25	26	27	28	29 2台	1 2台

中央前橋駅時刻表
() は前橋駅止まり

7	(12)	(39)	(59)
8		(26)	55
9	12		40
10	10		40
11	10		40
12	10		40
13	10		40
14	10		40
15	10		40
16	10		40
17	10		40
18	10		40
19	10		

けやきウォーク前橋時刻表
() は前橋駅発

7	(25)	(50)	
8	(12)	(41)	
9	(03)	17	47
10	17		47
11	17		47
12	17		47
13	17		47
14	17		47
15	17		47
16	17		47
17	17		47
18	17		47
19			

3 実施区間

2018年度	2019年度
中央前橋駅～前橋駅	中央前橋駅～前橋駅～けやきウォーク前橋
シャトルバス（市からの委託路線）	同左
片道約 1 km（約10分）	片道約 2.3 km（約17分）
大人100円	1 区間100円 中央前橋駅～けやきウォーク前橋 150円



- ・ほぼ直線
- ・両駅のロータリーに進入
- ・途中バス停なし



- ・右左折あり
- ・大型商業施設内 駐車場

4 実証実験実施へ向けた準備

（1）関係者への説明 【主に前橋市】

**「自動走行システムに関する公道実証実験のためのガイドライン」
（H28.5）に基づき、関係者に実施計画を事前説明
（申請や許可は不要）**

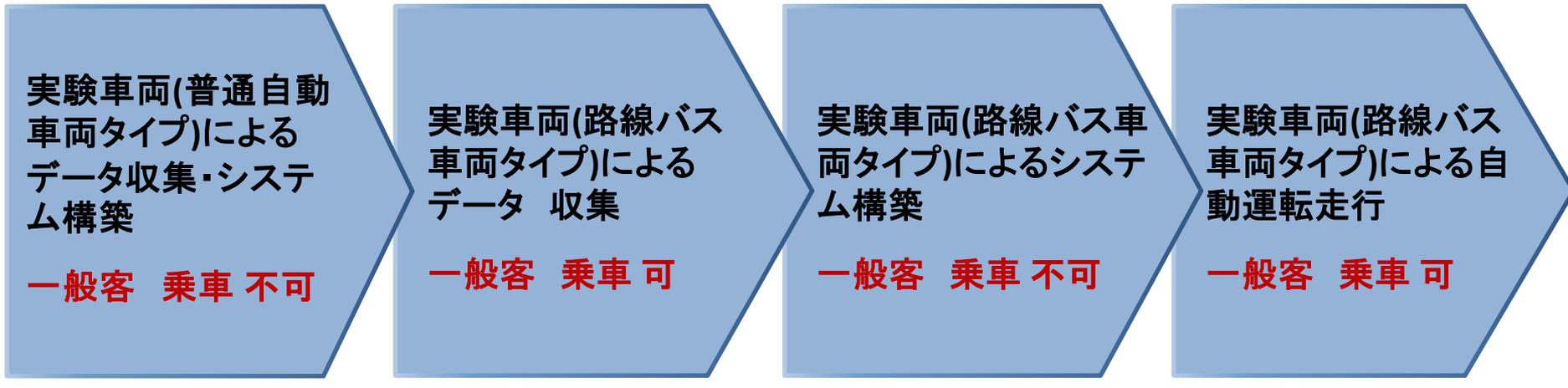
**群馬県警察本部
前橋警察署
関東運輸局群馬運輸支局
高崎河川国道事務所
群馬県前橋土木事務所
前橋商工会議所**

**東日本旅客鉄道
上毛電気鉄道
群馬県バス協会
地元自治会
前橋市議会**

4 実証実験実施に向けた準備

（2）公道によるデータ収集～自動運転バス運行

【群馬大学が直営】



29年11月

30年6月

30年10月

30年12月

31年3月

それぞれの段階でチラシによる周知を実施

前橋での自動運転バス研究

6月: シャトルバス路線で実験用バスを手動運行します
JR前橋駅(北口)～上電中央前橋駅間(シャトルバス)
【実験用バスの運行日・運行時間: 日々変わります】

群馬大学の自動運転研究 実験用バス車両
運行会社: 日本中央バス株式会社

- ☆6月は、バス運転者が乗務し、自動でのバス走行は実施しません
- ☆通常のシャトルバス乗車ができます(通常ダイヤ・運賃)
- ☆自動運転バスの実現に必要な、走行ルート環境のデータを収集します

前橋での自動運転バス研究

9月～10月: 群馬大学の運転で自動運転バスの開発作業を進めます
JR前橋駅(北口)～上電中央前橋駅間(シャトルバス)
【この期間中、一般乗客のみならずは実験用バスに乗車できません】

群馬大学の自動運転研究 実験用バス車両
運行会社: 日本中央バス株式会社

- ☆9月～10月: 群馬大学の運転で自動運転バスの開発作業を進めます
- ☆9月～10月: 実験用バスへの一般乗車はできません
- ☆走行ルートへのデータ収集のため、低速で走行している場合があります

前橋での自動運転バス研究

12月から自動運転バスの実証実験運行を開始します
JR前橋駅(北口)～上電中央前橋駅間(シャトルバス)
12/14(金) 実証実験運行開始 12/12(水) 出発式挙行

群馬大学の自動運転研究 実験用バス車両
運行会社: 日本中央バス株式会社

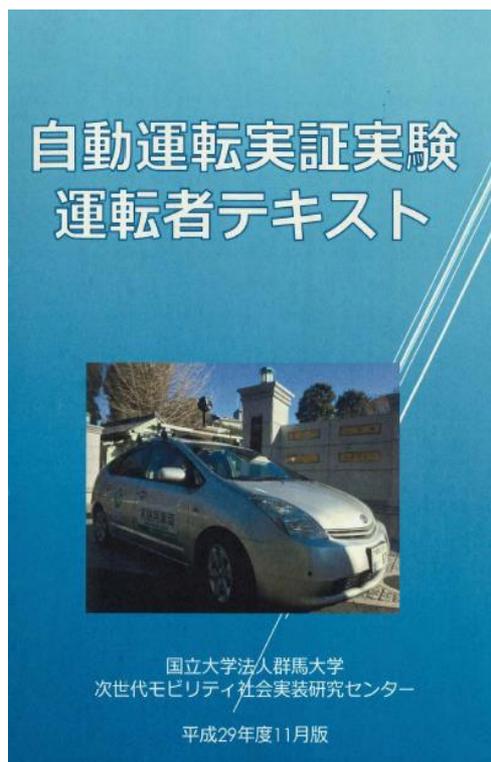
- ☆実験用バスは通常のシャトルバス利用ができます(通常ダイヤ・既定運賃)
- ☆自動運転バスを操作する乗務員が運転席に必ず搭乗し安全運行に努めます
- ☆実証実験運行は12月から来年3月末までの期間、実施します
- ☆乗車アンケート・車内モニタリングカメラの設置へのご協力をお願いします

4 実証実験実施へ向けた準備

（3）ドライバー講習【群大・日本中央バス】

「自動走行システムに関する公道実証実験のためのガイドライン」
（H28.5）に基づき、テストドライバー講習を実施

⇒ 8名のテストドライバーを養成



5 主な実験内容

（1）自動運転レベル

- ・レベル2（テストドライバーが乗車し、部分運転自動化）
※レベル4による走行を想定し実証実験を実施

（2）運行管制システム

- ・自動運転車載アプリケーションとのリアルタイム通信により車両の状態を把握
- ・車両に走行ルートを指示



（3）遠隔監視

- ・ドア開閉の指示などを将来的に遠隔操作を可能とするための遠隔監視
- ・ドア限界、車内客席状況他、運転状況などを遠隔監視



（4）車内サービス

- ・コミュニケーションロボット（Sota）の設置（漠然とした不安感の解消・車内案内等）



5 主な実験内容

(5) 社会受容性調査 (アンケート実施)

Sota乗車開始！
【第二弾】自動運転バス乗車後アンケート募集中！



期間限定でボクが車内アナウンスを担当するよ！
LINEの「友だち登録」をしてアンケートに答えてね♪

友だち登録方法

- メニューの「友だち追加」
- 「QRコード」を選択
- こちらのQRコードを読み取り、友だち追加！

QRコードで追加

■ アンケート実施期間
第二弾： 2018年1月23日～2018年2月20日
第三弾： 2018年2月21日～2018年3月31日

■ 調査中に利用する自動運転バスは、道路状況や乗客の状況に応じて、自動運転モードと運転手による運転モードを切り替え、安全に運行します。

■ アンケートには、先着で「お礼の品」をプレゼントするよ♪



ICTを活用して公共交通の課題解決を目指す

① シャトルバスで自動運転実験
上毛鉄道中央前橋駅とJR前橋駅を結ぶシャトルバス路線では、自動運転の実証実験を3月末まで実施。乗車には通常の運賃（一般100円、小学生50円）が必要ですが、実験に営業しているバス路線で実験するのは全国初の試みです。実証実験中のバスは週3、4日、通常ダイヤで走行します。

アンケートに協力をお願いします
実証実験中、利用者にアンケートを実施。バス内にある二次元コードを読み取りLINEから回答をお願いします。②と③の期間中、回答者先着各10人にころんシールをプレゼントします。
期間=①1月24日(休)まで ②1月25日(金)~2月8日(金) ③2月9日(土)~3月31日(日)

実験の開始に先立ち、12月12日に出発式を行いました。この実験で、都市部の走行環境においてロータリーや一般車道への影響があるかなどの課題を検証します。今後、完全自動運転技術が確立されれば、運転手不足が解消され、公共交通の維持確保が期待できます。



② ドアの付近や客席の様子、運転状況などを遠隔監視

③ コミュニケーションロボットsota(ノータ)がアナウンスし乗客の不安感を解消(1月下旬から)



④ 車両の位置情報などをリアルタイムで把握し、走行ルートを指示・通知



● 安心・安全を確保する機能
自動運転バスには運転の安全確保や自動運転への不安解消のため、さまざまな機能を搭載しています。

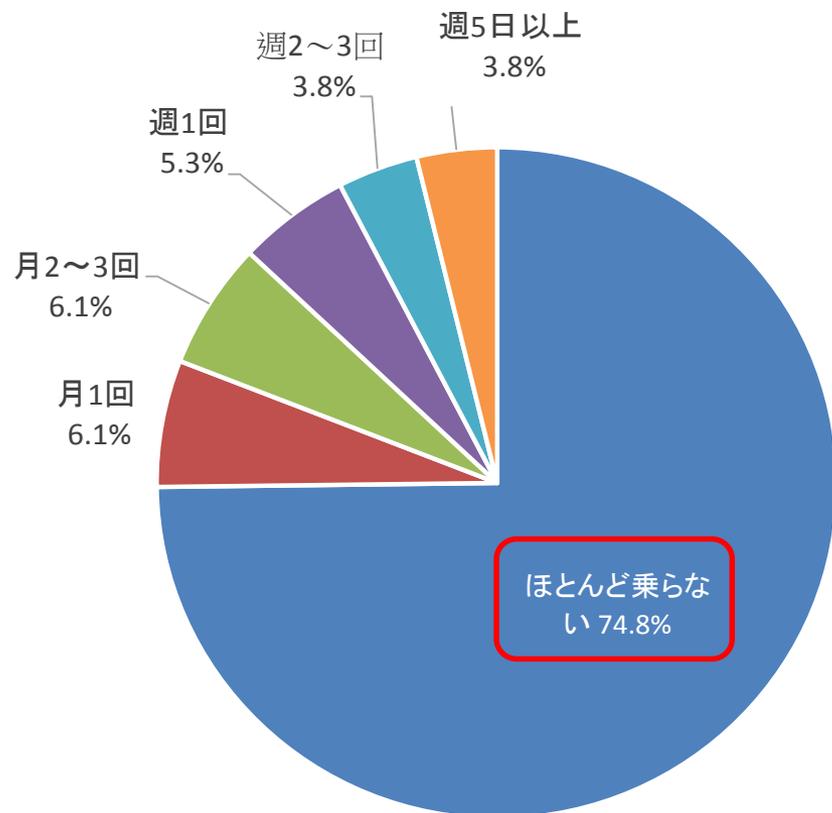
Interview



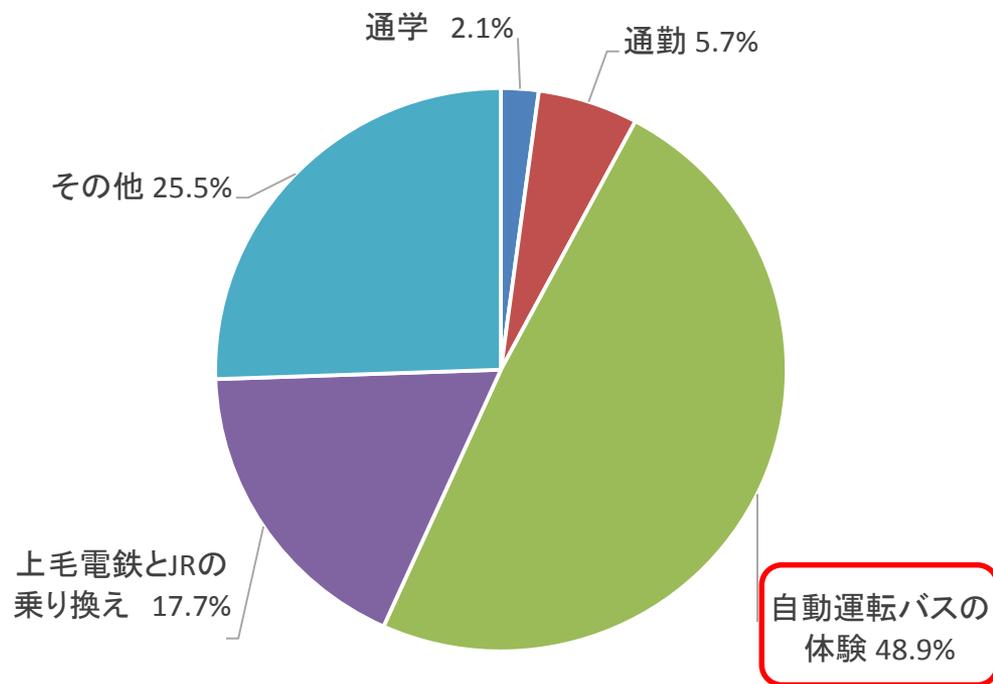
この実証実験では、群馬大が進めてきた研究成果を実装しています。人々の足となる手段がなくなっていくことに危機感を覚え、平成14年から研究をしてきました。今回の一番の目的は技術の検証ではなく、市民の皆さんに自動運転を身近に感じて受け入れてもらうことです。そのため、とにかく安全面に配慮しています。また、地域と路線を限定することで、地域の足として根付かせたいと思っています。今後段階的に技術を導入し、完全自動運転での実用化を目指します。公共交通の維持は多くの自治体を抱えている課題です。この実証実験をスタートに課題解決に取り組みたいと思います。

群馬大 次世代モビリティ社会実証研究センター
センター長 小林 康徳 さん

シャトルバス利用頻度

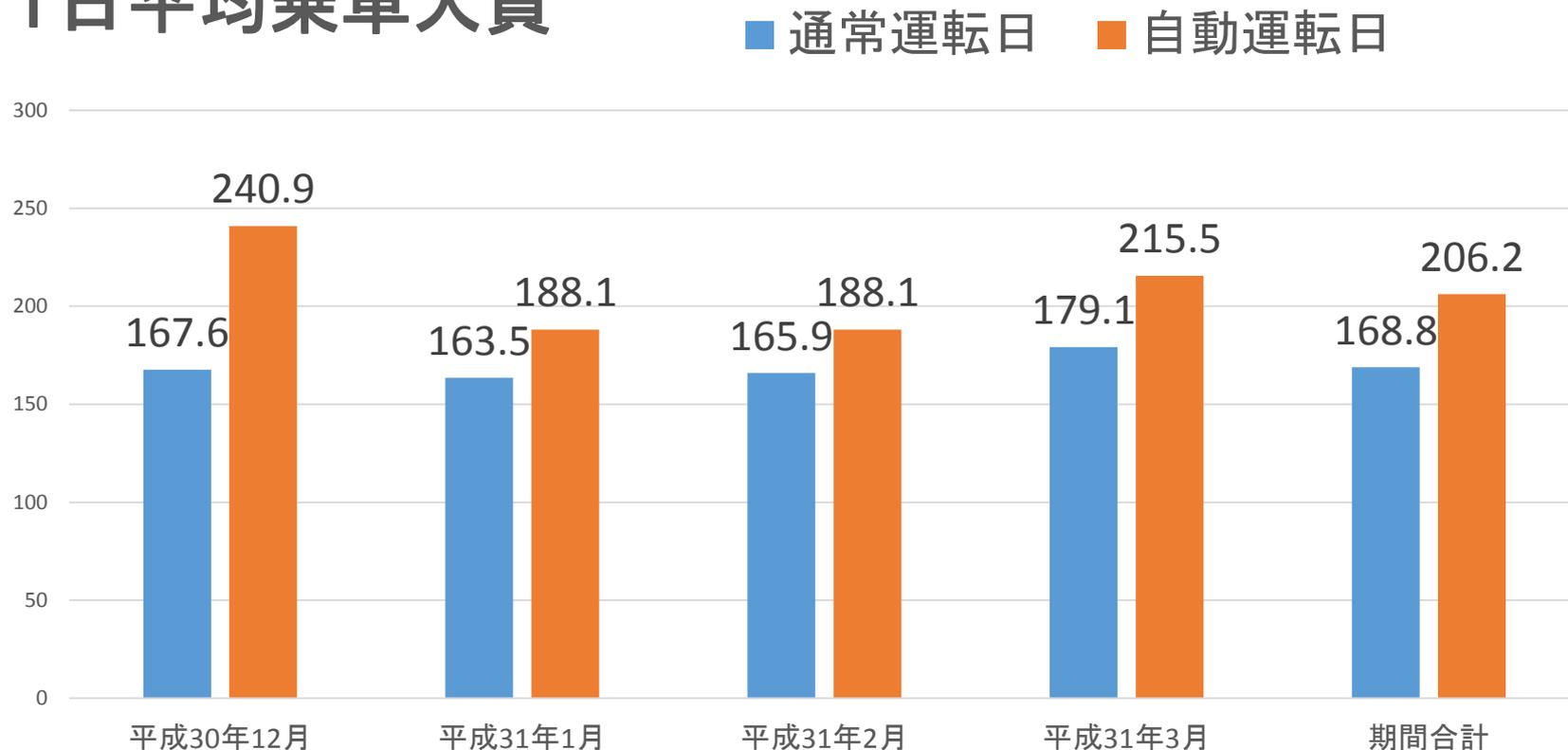


乗車目的



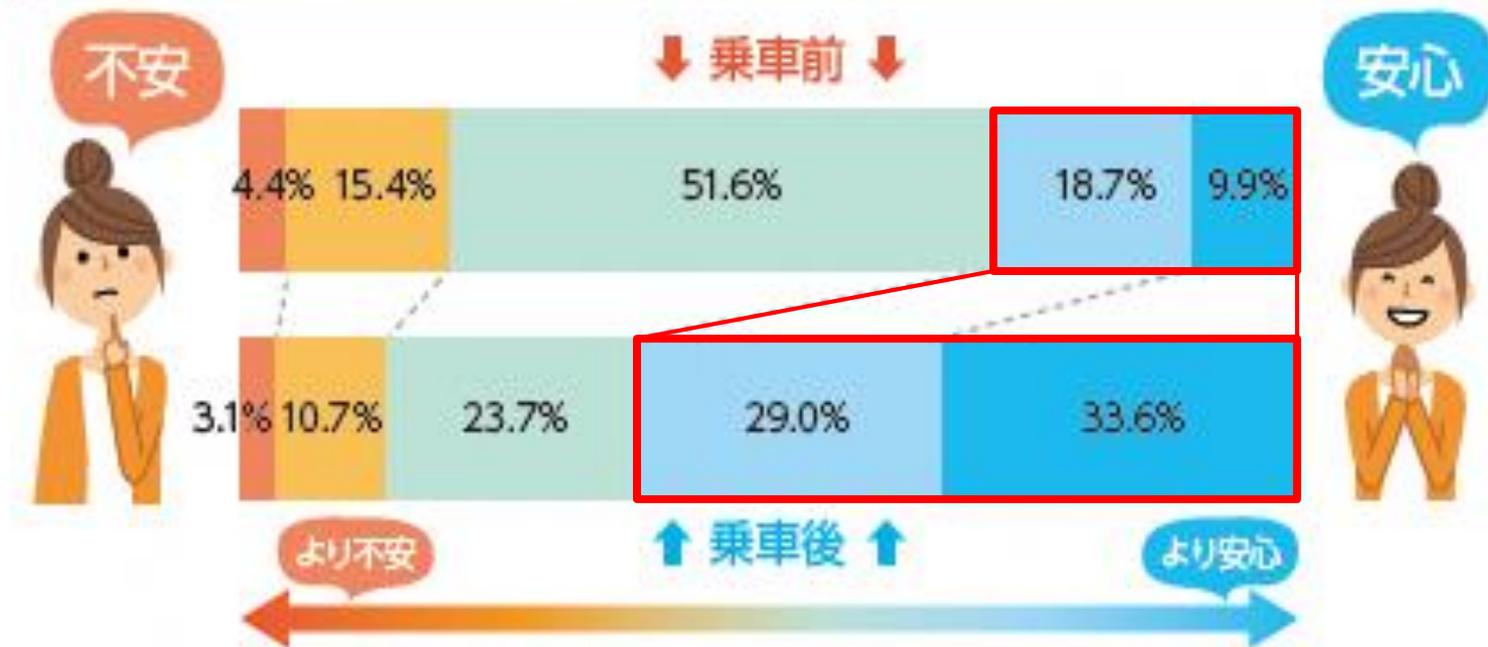
回答者の約75%が普段利用していない
回答者の約50%が自動運転バスの体験を目的に乗車

1日平均乗車人員



**期間中、通常運転日と比較し、自動運転日の乗車人員が増加
⇒ アンケート結果とあわせ、自動運転に関する関心が見受けられる。**

自動運転バス乗車前後の印象比較



**乗車前後で自動運転バスに関する印象に変化
乗車の結果、安心感が増加している**

市民説明会の実施

日時：平成31年2月26日（火）午後3時～午後4時

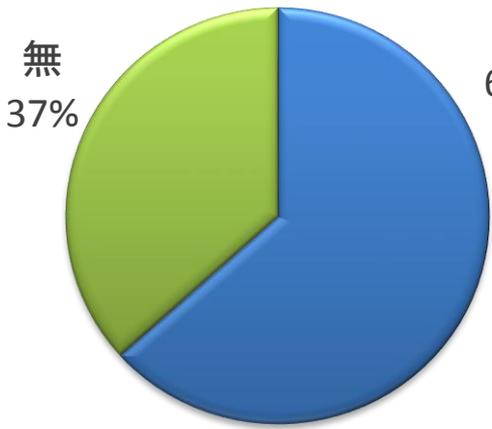
会場：前橋プラザ元気21内中央公民館



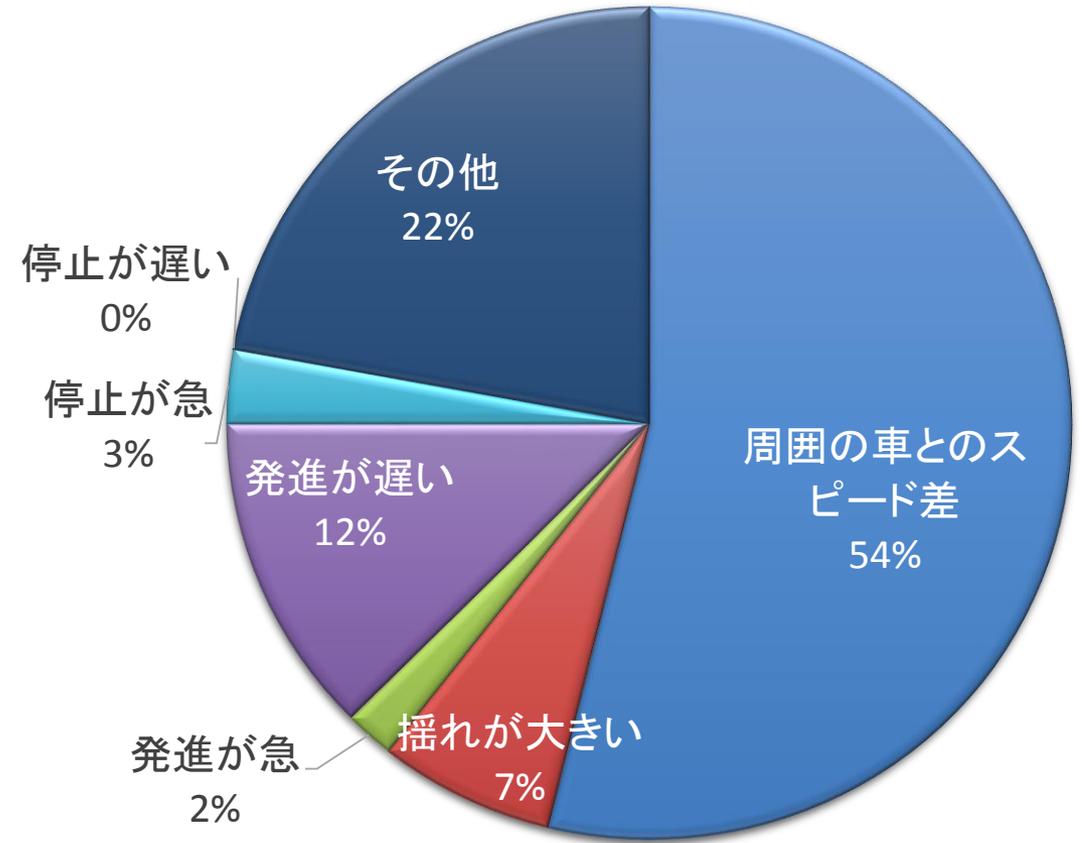
- まだいろいろな困難はあるだろうが、将来必要なものなので、関係者が連携して今後も実験を続けてほしい
- 自動運転バス思った以上に快適だった。
- 実用化に向けた状況をうかがいたい。
- 乗車したが、全く違和感がなかった。

アンケート結果、市民説明会時の意見等から一定程度の社会受容性を確認

気になる点の有無



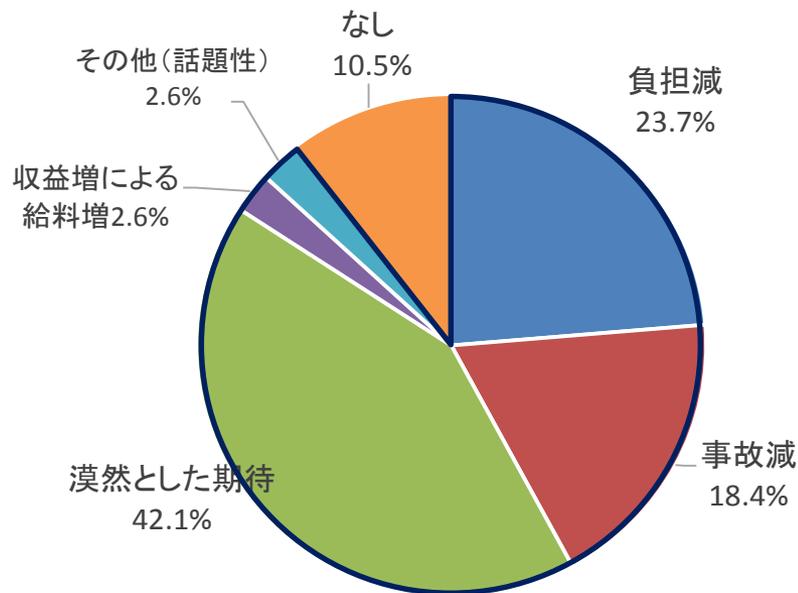
有 → 気になる点
63%



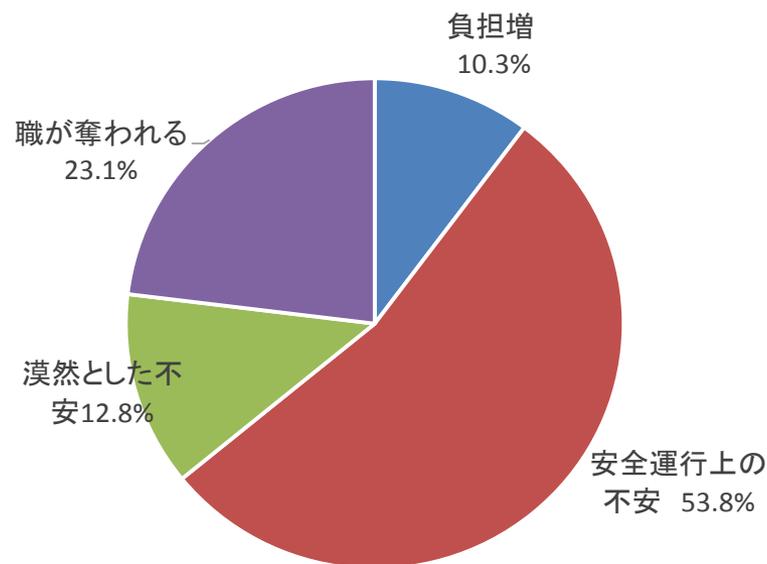
ドライバーアンケート

日本中央バスのドライバーに協力いただき、38人から回答

将来の期待に関する意識



将来の不安に関する意識



9割のドライバーが将来に期待感を持っているものの、現時点では漠然としたもの

一方で、多くのドライバーが安全運行や職が奪われるといった不安も持つ

2台同時運行の検証



管制室

社会実装に向けて複数台を同時に遠隔監視・操作することが求められる。

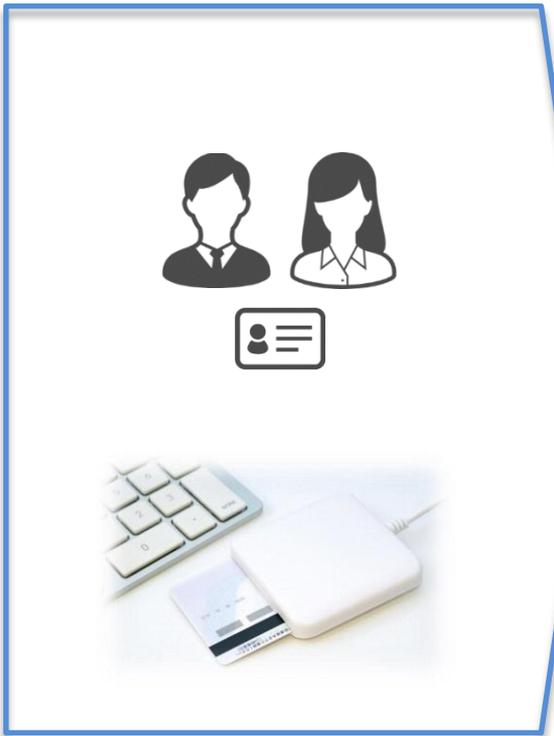
2月22日からの5日間、2台同時運行を実施し、群馬大学次世代モビリティセンター内に設置された管制室から複数台の監視・操作を模擬的に実施

自動運転バス実証実験（2019）

マイナンバーカードを活用した乗客管理 及び将来的な決済の仕組みを検証

自動運転バスの乗車時、マイナンバーカードをカードリーダーにタッチすることで本人認証、及び本人属性を認証することによる乗客管理の仕組みについて検証する。

事前にマイナンバーカードを用いた
利用登録（テストカード使用）



乗車時にマイナンバーカードを
かざして本人認証(降車時も同様)



読み取った本人属性から割引後の運賃を機器に表示させ（障害者割引等）
交通系ICカード等で決済(模擬実施)



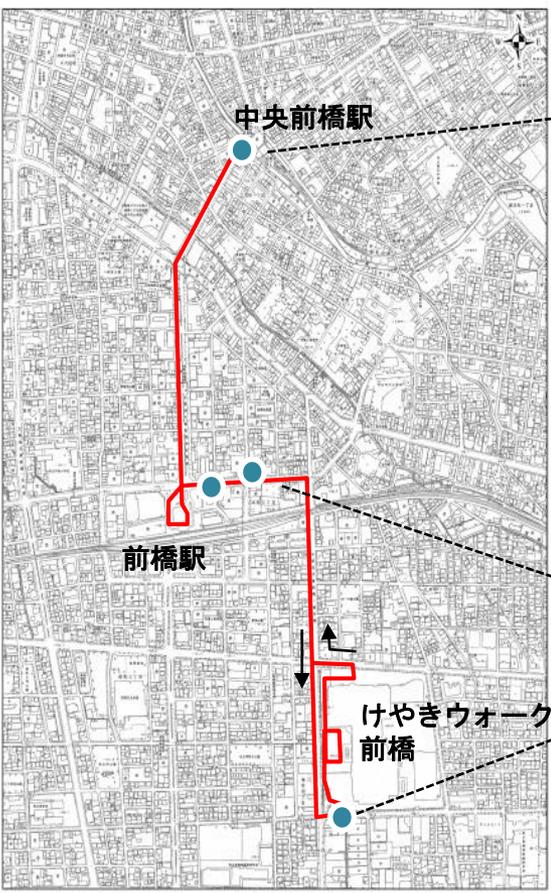
管制室へデータ送付
（事故時対応、運転制御連動など）



自動運転バス実証実験 (2019)

路車協調LED表示機の設置

通行路案内、乗り場案内を設置するほか、自動運転バスとの通信を行う路車協調LED表示機を活用し、自動運転バスの位置をバス停の利用者に知らせる。



路車協調LED表示機
「今前橋駅を出ました」など



乗り場案内



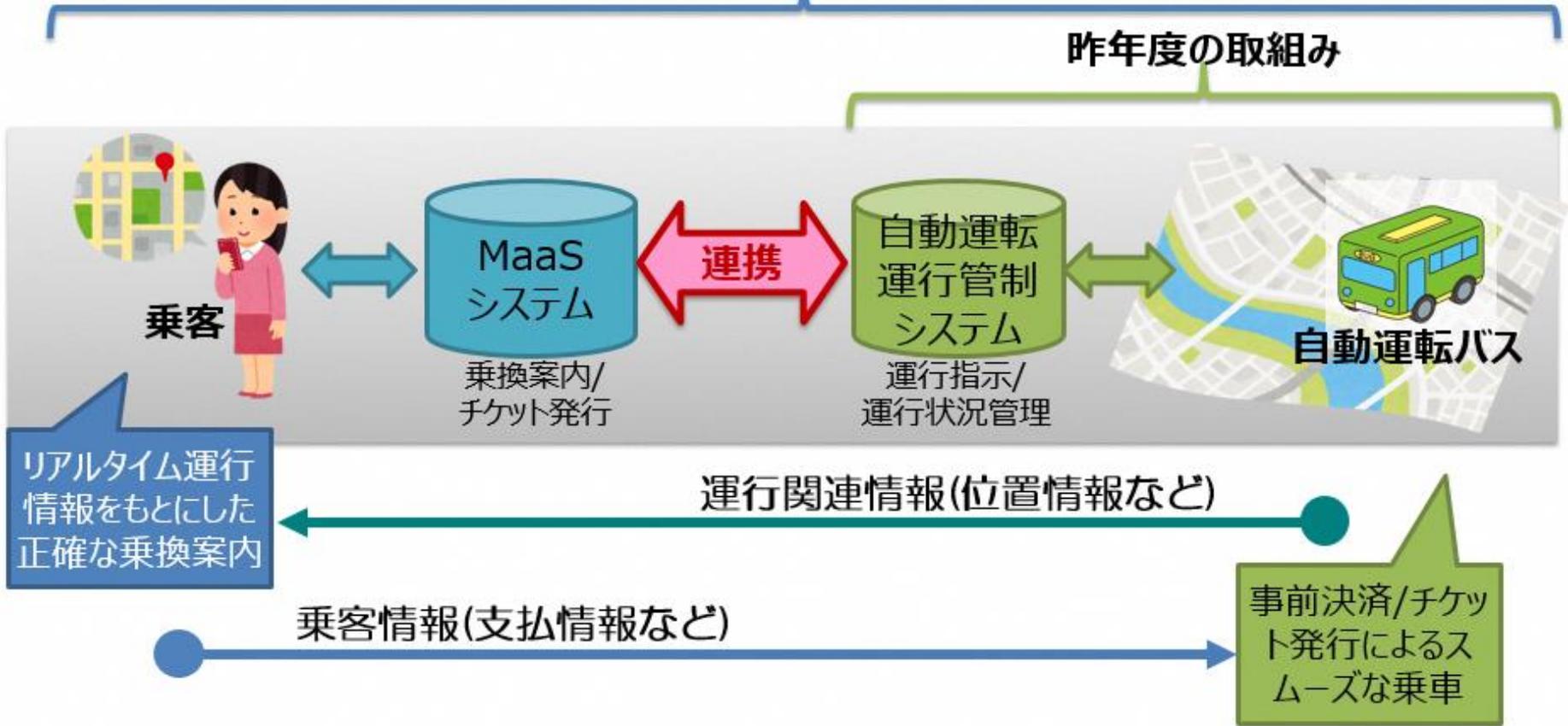
通行路案内

自動運転バス実証実験 (2019)

MaaS × 自動運転の研究

今年度の取組み

昨年度の取組み



リアルタイム運行情報をもとにした正確な乗換案内

運行関連情報(位置情報など)

乗客情報(支払情報など)

事前決済/チケット発行によるスムーズな乗車

- ・今年度の実証実験では、MaaSアプリ上でのバスロケーション機能
- ・将来的には決済やMaaSアプリに登録した本人属性により、障害者が乗る便には乗務員を乗せるなどの対応を検討

自動運転バス導入の課題

より安全な走行技術の実現

GPSを補完する技術が必要

- ・道路側に磁器マーカを敷設し、バス側のセンサーが読み取り(路車間協調)
- ・白線の読み取り など

駅ロータリーの改善

既存乗降場所は状況に応じて、1バースに複数台停車など

駐車車両、緊急車両、道路工事

駐車車両をなくす環境づくり、工事を事前に把握する仕組み、緊急車両対応 など
自動運転の技術としては「避ける」技術

路線バスへの導入に向けた課題

車椅子対応、運賃支払いの確認

導入スキーム 遠隔監視・操作は誰がするのか(コスト)



実験を通じ、実装に向けた課題を抽出し、課題解決に向けた対応を検討予定

ご清聴ありがとうございました

前橋市交通政策課 南雲

052161@city.maebashi.lg.jp

koutsuu-seisaku@city.maebashi.gunma.jp