

H20.10.24 北本市

# 東京大学柏キャンパス オンデマンドバスプロジェクト

<http://www.nakl.t.u-tokyo.ac.jp/odb/>



東京大学大学院  
新領域創成科学研究科  
人間環境学専攻

教授	大和	裕幸
助教	稗方	和夫
助教	杉本	千佳
博課	坪内	孝太
研究員	本多	建
研究員	松野	智史

# 発表の流れ

- 背景と目的
- システムの概要
- 実証実験（柏市北部）
- 他地域での展開
- まとめ

## 背景と目的



# 路線バスの現状

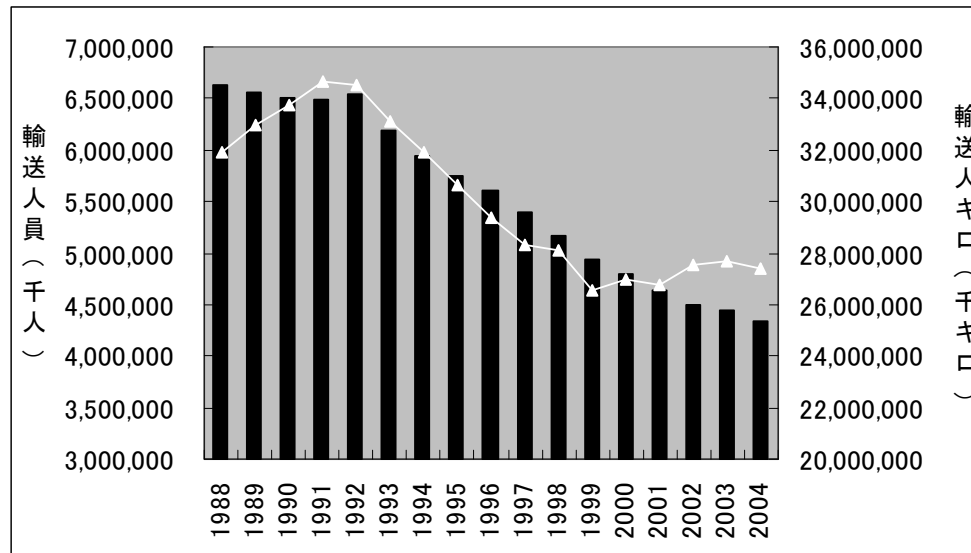
## ●利用者の減少

※2005年実績

●30年前の約半分の乗車人員※

## ●採算性

●年間402億円の補助（国：72億円、地方：300億円）※



※自動車輸送統計調査『営業用バス(全数)調査』より作成

# 地方公共交通の悪循環

## ●悪循環による地域格差拡大のメカニズム

- ・運営時間の限定
- ・路線数・便数の減少  
／など

サービス  
水準を下げる

利用客の減少  
利用目的の偏り

悪循環

採算性の  
悪化

12	国キ国 国N国 00 06 10 16 20 21 30 キ 国 N N 国 35 40 42 49 50	12	国国国N国国 00 10 20 25 30 40 国 N キ 50 53 55	12	国国国N国国 00 10 20 25 30 40 国 N キ 50 53 55
13	国キN 国N 国N 00 06 07 10 11 20 26 祝キ 国 国 N 30 35 40 45 50 51 53 N 56	13	国 N 国 N 国 N 00 06 10 20 26 27 国 国 N キ N 30 40 42 50 55	13	国 N 国 N 国 N 00 06 10 20 26 27 国 国 N キ N 30 40 42 50 55
14	国キ国 国N国 00 01 06 10 20 26 30	14	国国国N国N 00 10 20 25 30 40	14	国国国N国N 00 10 20 25 30 40

ドル箱路線の時刻表

島鉄バス通過(予定)時刻表

平成18年05月01日 改正

上・下  
小地獄 停留所

行先(経由)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
島原駅前				55		20		55		25								
大手(文化会館前)		25																
大手(文化会館前)		16																
大手(農高)			01															
大手(農高)			10															

大赤字路線の時刻表

# 地方公共交通問題への対策

## ●制度

- 補助金による赤字路線運行の継続
  - 民間事業者が撤退した地域へのコミュニティバス導入
- 制度のみでは格差拡大の悪循環を解決できない

## ●施策

- モビリティ・マネジメントによる公共交通の利用拡大

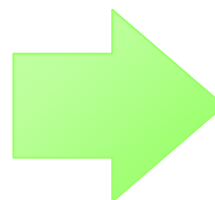
## ●新技術

- オンデマンドバス等の高効率な交通機関導入

# オンデマンドバスとは

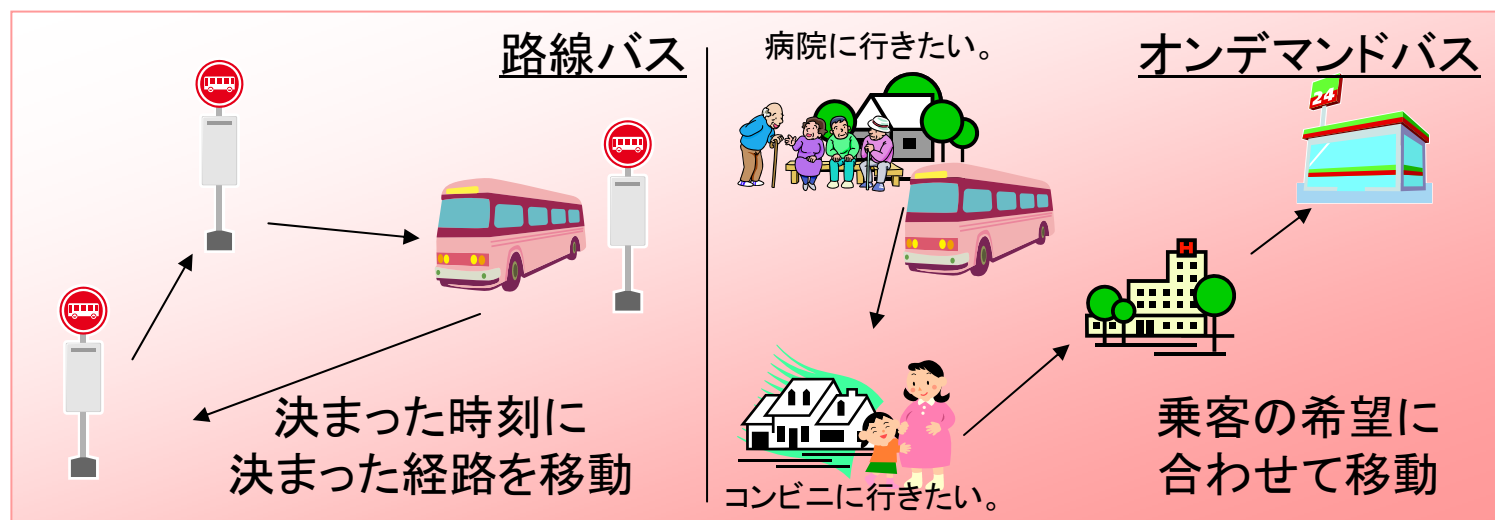
## ● オンデマンドバス

- 予約制の乗り合いバス
- 乗り合いによりタクシーより高効率
- 乗客がいなければ移動せず、路線バスより高効率
- 多数のバス停を設置できるためバス停への便が良い



高いポテンシャル  
社会からの期待

普及への課題



# 既存のオンデマンドバス

- オペレータが予約を受け、オペレータが経路を作り、配車する。
  - 能力の高いオペレータが必要。
  - 予約がたくさん入った場合、うまく時間の約束を守る運行は難しい。

鈴木ともうします。  
10時に病院まで...



電話



この予約だったら2号車  
に迎えに行かせよう。

配車信号

2号車



おっ、予約が入ったな。こ  
の次は鈴木さんの家に行  
けば良いのか。



オペレータはシステムを操作し、何号車がある時、どの辺にいるかを確認できる。それを見て、配車処理を行う。



# オンデマンドバスの課題

- 予約が増えるとより遠回りするため到着が遅延  
→ 到着時刻の遅延が許される用途に限定
- 乗車前に必ず予約が必要であり、予約を締め切らないとバスの経路を決定できない  
→ 急な移動に対応できない等の利便性の低さ
- 専用サーバの導入とバス経路を作成できるオペレータの雇用  
→ 情報インフラ・オペレータによる高コスト構造

# プロジェクトの目的

- **ポテンシャルを生かしつつ、指摘した3つの問題を解決するオンデマンドバスの開発**
  - 到着時刻が遅延しない運行（定時性）
  - 利便性の高いサービスの実現（利便性）
  - 情報インフラ・オペレータ費用の削減（経済性）
- **開発したオンデマンドバスが地方公共交通の悪循環を解決できる技術であることを実証実験により示すこと**

## システムの概要



# システム利用イメージ



## 自宅のリビング

今日は15時から病院で定期検診を受ける日だったの。  
14時30分には病院に着けるようにオンデマンドバスの予約をしよう。  
ばあさん、電話をとってくれんか。

14:00



## 自宅前玄関

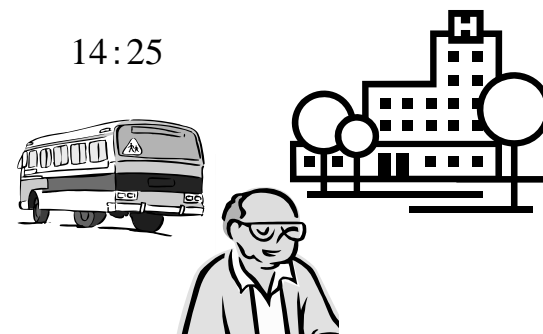
オンデマンドバスが約束の時間通りに来よったわ。家の前で待っていればいいなんて楽じゃ。



## オンデマンドバスの中

「佐藤のところの娘さんじゃないか、君も病院に？」  
「いえ、私は病院の近くの美容室に行くのよ。」

14:25



## がんセンター

14時25分。少し早いけど、時間通りに間に合った。オンデマンドバス、便利じゃのう。

## 自宅のリビング



田中と申します。  
自宅から東総合病院までお願いします。14時30分には到着したいです。



## 電話

それでは、14時00分に田中太郎様宅でお待ちしています。



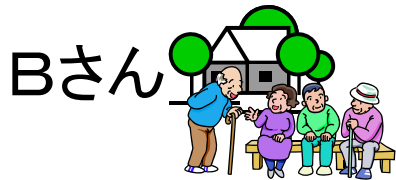
一本の電話内で  
予約を決定

乗り合いがあっても  
予定時間内に到着

# 「到着時刻が遅延しない運行」の仕組み

## ●到着時刻の希望を守りながら予約を追加

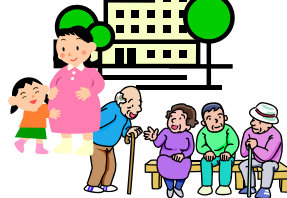
出発予定時刻: 9時12分



13分



病院



Aさんの希望到着時刻:  
9時30分

12分

Aさん

20分

Bさん予約前  
到着予定時刻: 9時20分



出発予定時刻: 9時00分

Bさん予約後  
到着予定時刻: 9時25分

Aさん予約時: システムは「ゆとり時間(10分)」だけ早く着くように経路作成  
Bさん予約時: Aさんの希望到着時刻を遅らせずにBさんの要望に対応可能なので経路更新

# 「到着時刻が遅延しない運行」の技術課題

- 到着時刻の希望を守るために予約の追加が困難になり、乗り合い率が低下する

現在の経路

Aさん



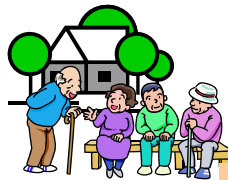
20分

出発予定時刻: 9時00分

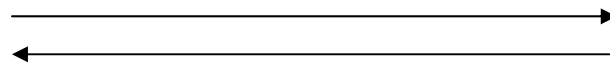
到着予定時刻: 9時20分

新たな予約処理

Bさん



9時15分に病院に着きたい



9時25分到着はいかがですか？

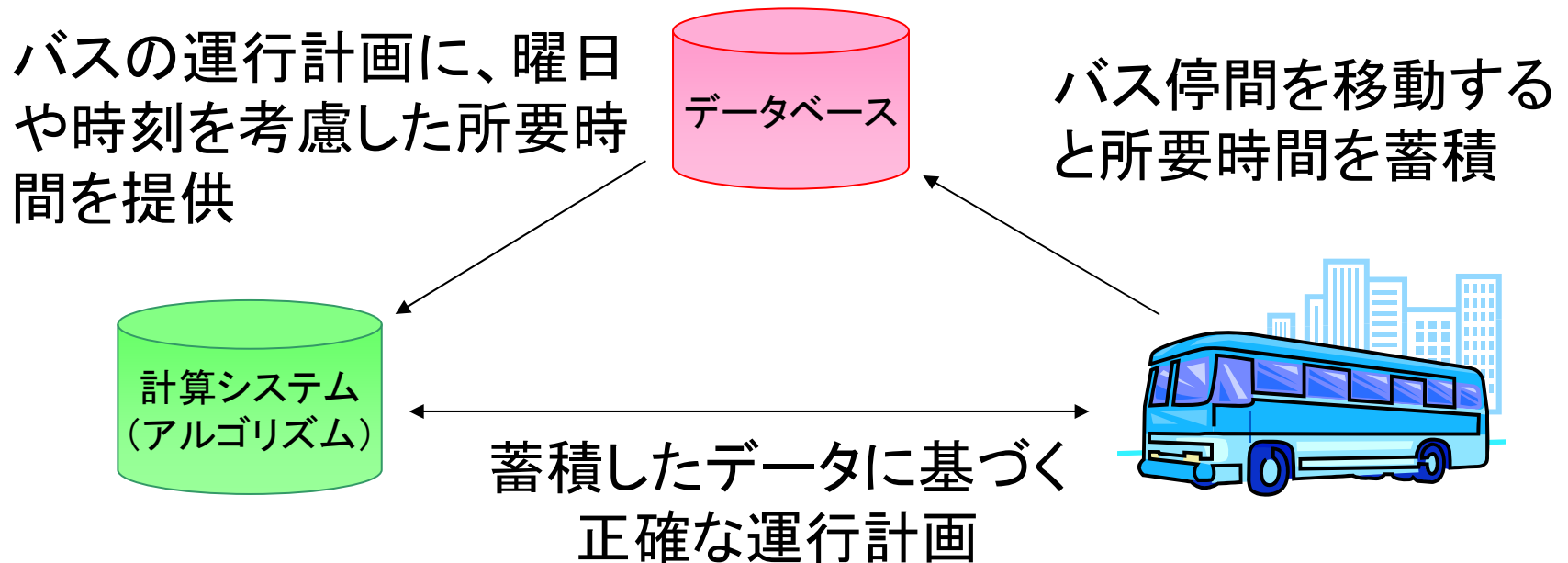
オンデマンドバスサーバ



システムが予約済みの希望を守る範囲で似た候補を提案し、予約成立率、乗り合い率を高める

# 実移動時間の蓄積による時間に正確な運行

- 実走実績の蓄積に基づく所要時間計算
- 天候や曜日、時間帯により所要時間を変化

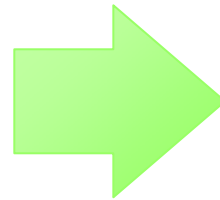
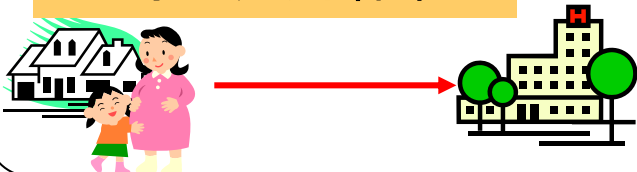


# 「利便性の高いオンデマンドバス」 の技術課題

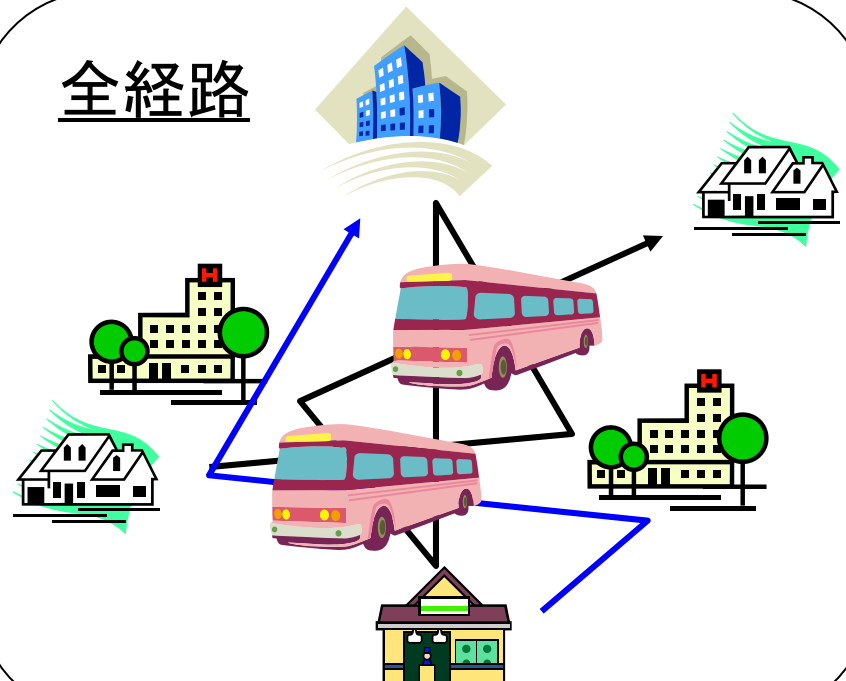
- 予約時に瞬時に出発時刻、到着時刻を決定
- 多数のバスとバス停の組み合わせである経路を瞬時に決定することは技術的に困難

独自に開発したアルゴリズム  
(計算方法)により短時間で  
経路を計算

15時00分到着希望



全経路





# 利便性向上のアプローチ 他の交通機関との連携予約システム



① ルートを探索する

日付選択: 12月1日 16時 25分  出発  到着

出発地: 柏の葉キャンパス 新領域環境棟【柏の葉】

到着地: 本郷キャンパス 大講堂(安田講堂)【本郷】

検索

経路検索結果

オンデマンドバス 路線バス タクシー

オンデマンドバス使用時のルート

【新領域環境棟】 → 【大講堂(安田講堂)】  
出発時刻: 16:25  
到着時刻: 17:54  
料金: 1,000円

16:25 [新領域環境棟]  
↓ 徒歩 0分 (料金: 0円)  
↓  
16:25 [バス停] 乗換え: 0分  
16:28 [東大環境棟]  
↓ オンデマンドバス 16分 (料金: 0円)  
↓  
16:44 [柏の葉キャンパス駅] 乗換え: 4分  
16:55 [柏の葉キャンパス]  
↓ つくばエクスプレス-普通 2分 (料金: 550円)  
↓  
16:57 [流山おおたかの森] 乗換え: 1分

東大環境棟 ~ 柏の葉キャンパス駅  
2008/12/1 16:28 発

ユーザ番号  パスワード

オンデマンドバスを予約する

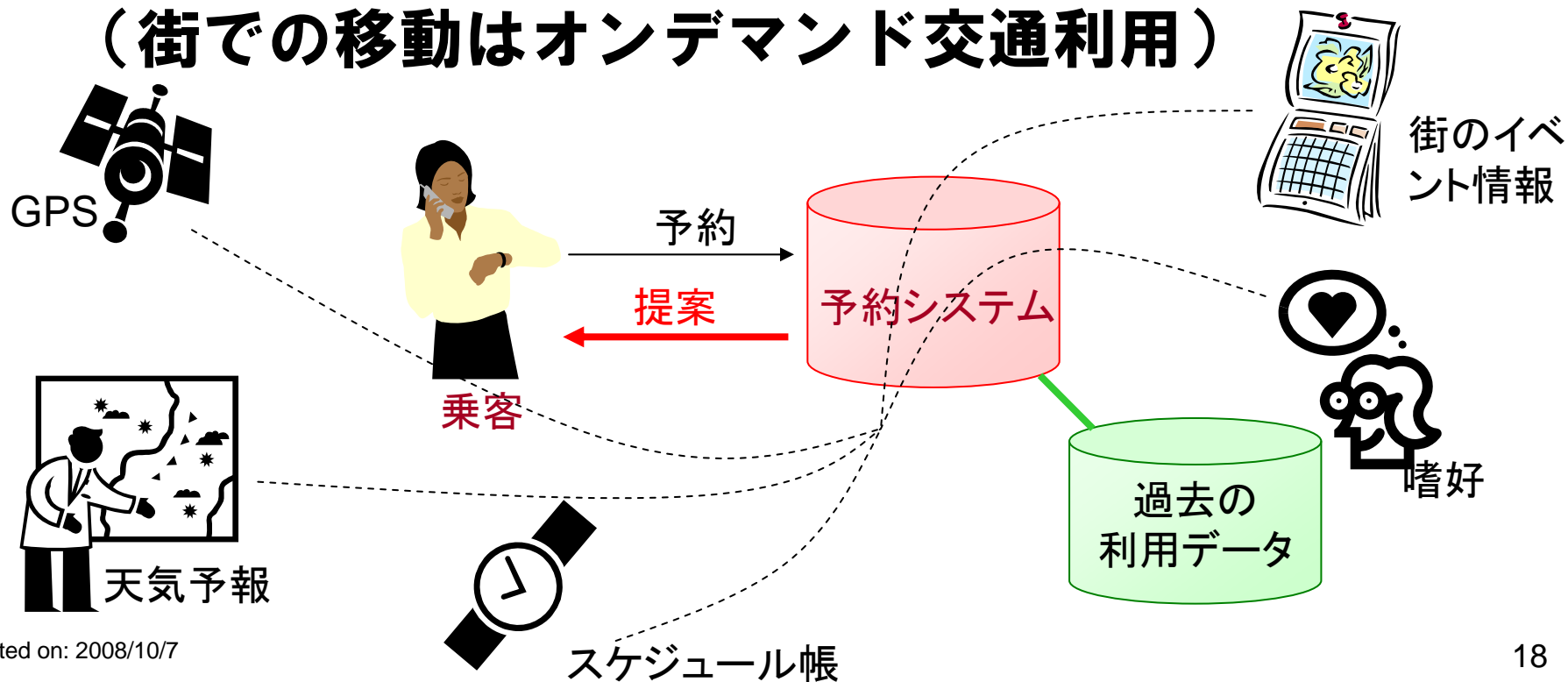
● 乗り継ぐ先との連携、競合する交通機関との比較を行う

例：オンデマンドバス、路線バス、タクシーの比較

利便性向上のアプローチ

# 予約不要のオンデマンド交通システムの開発

- 利用履歴や他の情報から乗客の移動を予測し、予約を提案
- イベント等の他のサービスとの連携  
(街での移動はオンデマンド交通利用)



# 利便性向上のアプローチ 予約の手間を軽減するユーザインタフェース

## ●予約ホームページ へのログイン時に お勧めの予約を表示

オンデマンドバスサーバから予約提案いたします。

ご希望の予約があれば、クリックして下さい。



坪内 孝太様のこれまでの利用履歴からオンデマンドバスサーバは自動的に以下のご予約を提案いたします。よろしければ、ご選択下さい。

ご希望のご予約が無い場合は、お手数ですが「次へ進む」を押していただき、通常通りご予約を行ってください。

要望に合う提案があれば、クリックして下さい。

緑色の予約は高確率で希望通り成立いたします。

赤色の予約は希望通り成立しない場合があります。その場合、付近の経路を検索します。

### 【1番目のご提案】

東大環境棟を出発して、ステーキのどんへ向かいます。  
ステーキのどんには、2008/03/08 19:00:00までに到着します。  
1名様でご乗車されます。

### 【2番目のご提案】

江戸川台駅を出発して、柏の葉キャンパス駅へ向かいます。  
柏の葉キャンパス駅には、2008/03/08 16:00:00までに到着します。  
1名様でご乗車されます。

### 【3番目のご提案】

柏の葉キャンパス駅を出発して、東大環境棟へ向かいます。  
東大環境棟には、2008/03/08 16:20:00までに到着します。  
1名様でご乗車されます。

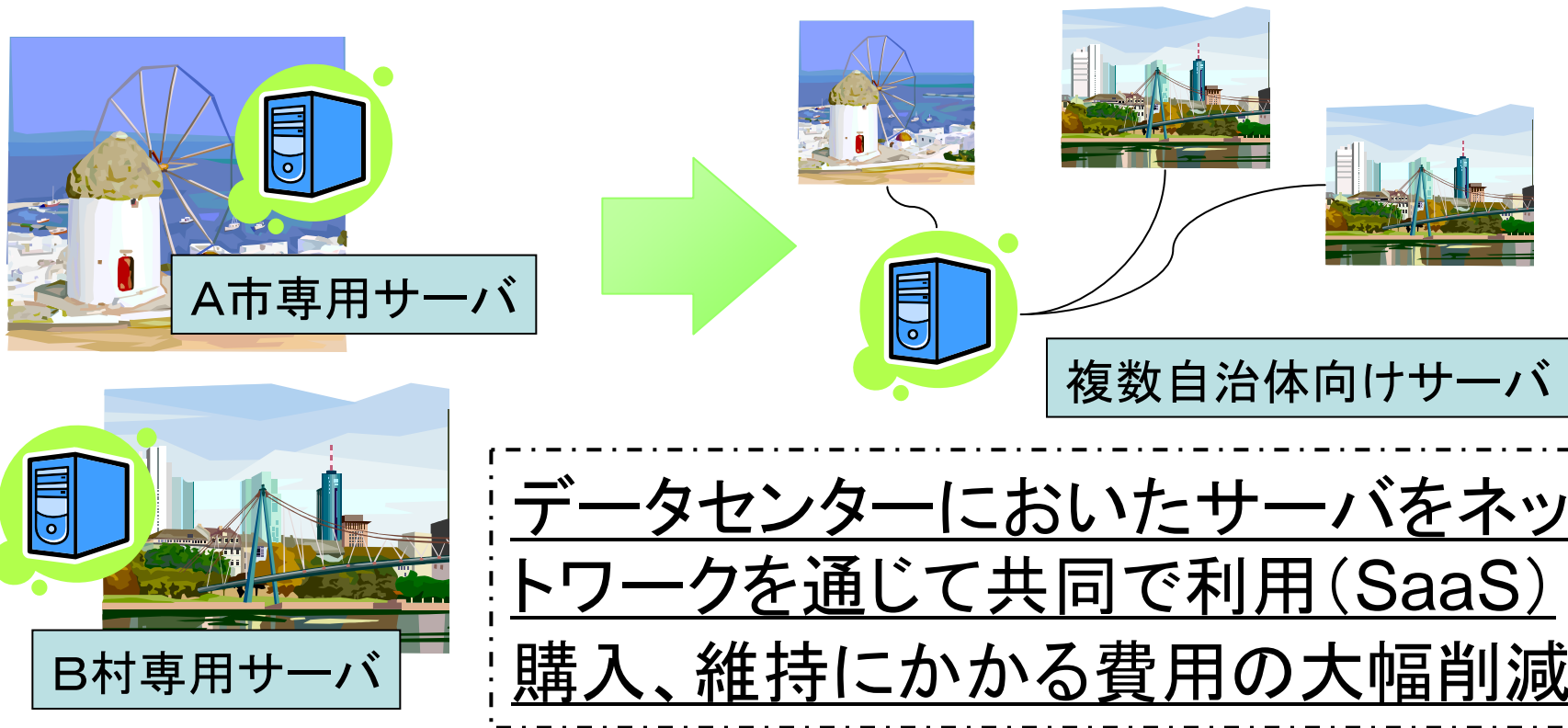
# 利便性向上のアプローチ ユーザによる乗降ポイント追加機能

- 最も乗り降りしたい場所をバス停として定義
- 乗降の利便性向上  
(柏の例)



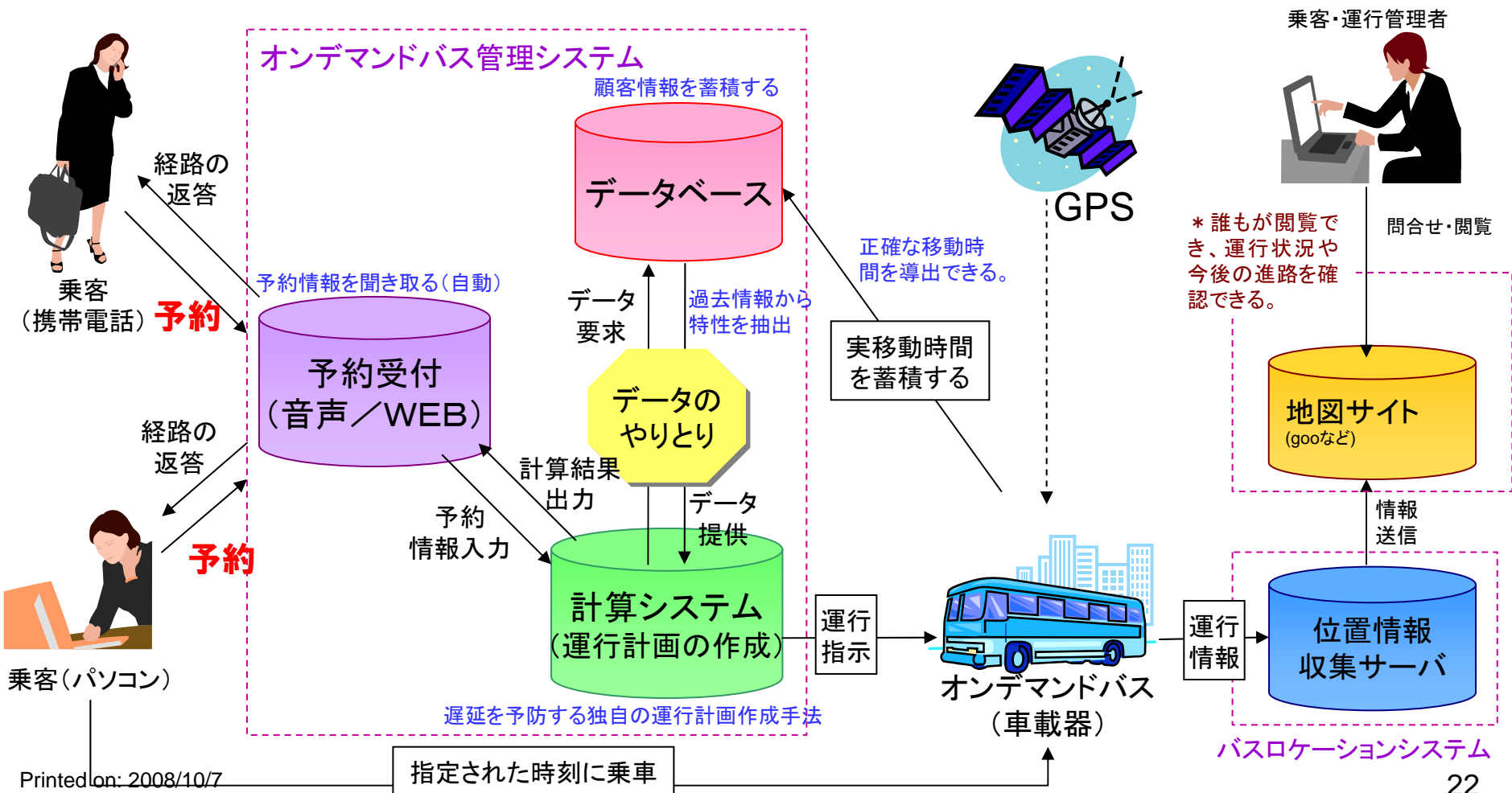
# 「情報インフラ・オペレータ費用の削減」 の技術課題

- 自由度の高いオンデマンドバスを運行するには、自治体によるシステム購入・維持が必要



# 「情報インフラ・オペレータ費用の削減」 の技術課題

## ●オペレータ不要の全体システムを設計





経済性向上のアプローチ

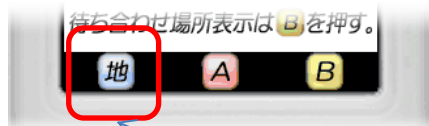
# 経路・乗降情報をバスに伝える車載システム



● 人手によらない運行ルート通知の仕組み



# 経済性向上のアプローチ 小型車両向け携帯電話車載システム



地図を表示できる状態



青ボタンは  
操作できない状態



電波状態  
良

悪

圏外 (通信不可)



操作ボタン  
タッチパネル

色で対応

操作ボタン

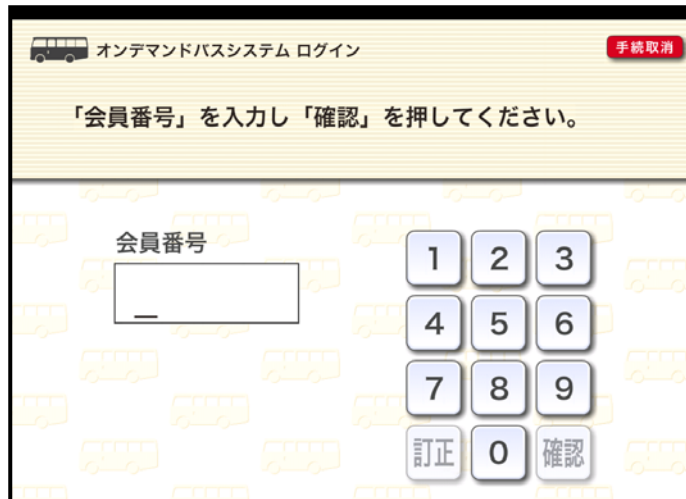
● 安全性に配慮した  
車載システム



経済性向上のアプローチ

## 高齢者向け予約インタフェースの開発

- パソコンを使えない高齢者でも、自分で利用可能な予約端末を開発
- 予約における電話オペレータ費用を削減
- 公共施設への設置を想定



オンデマンドバスシステム ログイン 手続取消

「会員番号」を入力し「確認」を押してください。

会員番号

1	2	3
4	5	6
7	8	9
訂正	0	確認

The screenshot shows a user interface for a bus system login. It features a header with a bus icon and the text 'オンデマンドバスシステム ログイン' and '手続取消'. Below the header, there is a prompt: '「会員番号」を入力し「確認」を押してください。'. A text input field labeled '会員番号' is followed by a numeric keypad with buttons for digits 1-9, 0, a correction button (訂正), and a confirmation button (確認). The background has a repeating pattern of bus icons.



経済性向上のアプローチ

# 公共施設向け予約インターフェース

## ● 駅等の公共施設での予約が可能



経済性向上のアプローチ  
**事前のシミュレーション**

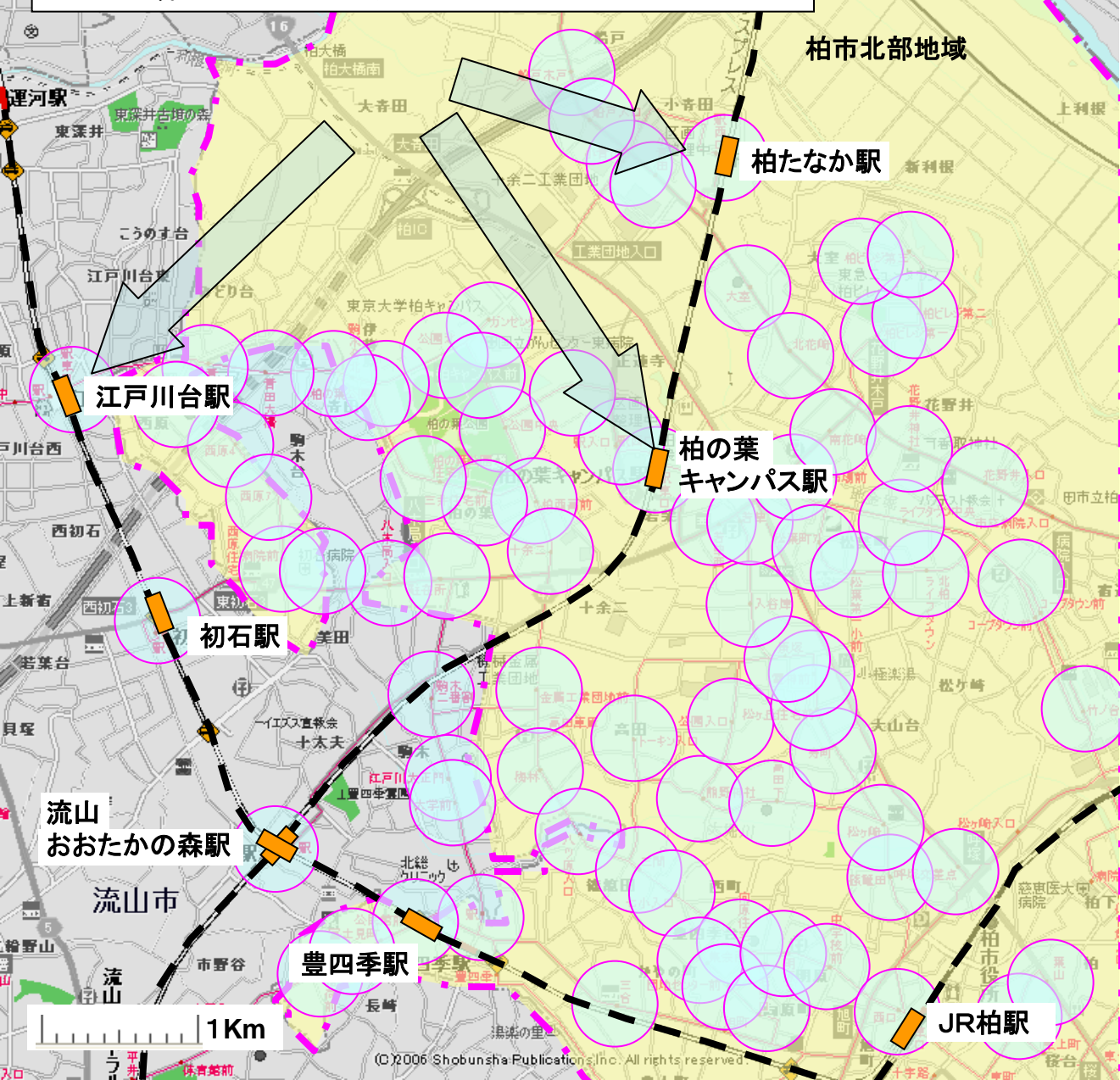
- **地図の上にバス停候補を設定し、コンピュータシミュレーション**
- **待ち時間、移動の所要時間、相乗りの頻度などの予測**
- **経済性を含めた緻密な事前評価が可能**

## 実証実験（柏市北部）



# 現在の状況

## 柏市域内の公共交通利便性に格差が存在



# 対象地域位置図



● 鉄道駅、バス停から  
250m内の範囲

■ 柏市北部で  
公共交通利便性が  
悪い地域



# 将来のビジョン

柏の葉地域の様々な人（約16,500人）の生活を共通に支援する交通システムの実現

11,000人  
(4,300世帯)

対象②：地域住民、特に高齢者

好きな時に、自分の意志でオンデマンドバスを予約し、移動することができる。

対象⑤：東大保育園園児

安心して安全な園児の送迎。  
到着自動通知機能による保護者の安心

30人

200人

対象④：外国人留学生、講師

日本語が分からなくても、生活には困らない。  
自分一人で生活することができる。

2,000人

対象①：東大関係・国関係研究施設

柏の葉キャンパス駅での乗り換えをほとんどシームレスに感じることができる。

対象③：工業団地従業員

工場毎にバスを購入する必要がなく、またマイカー通勤も激減。

3,300人

柏の葉  
キャンパス

# 第6・7期 実証実験実施概要

## ✓ 2期（合計24日間）の運行

### ➤ 運行期間

- 6期： 2008年1月21日～2月1日（休日を除く10日間）
- 7期： 2008年2月12日～2月29日（休日を除く14日間）

### ➤ 運行時間

- タクシー：10時～18時（一部時間外運行を実施）
- バス：7時～21時（途中、休憩時間はタクシーで代行）

### ➤ 運行台数

- タクシー：最低3台が常時運行（実質4～5台、最大10台）
- バス：朝夕は2台、日昼は1台で運行

### ➤ バス停

- 共通バス停約140箇所、自宅バス停約180箇所

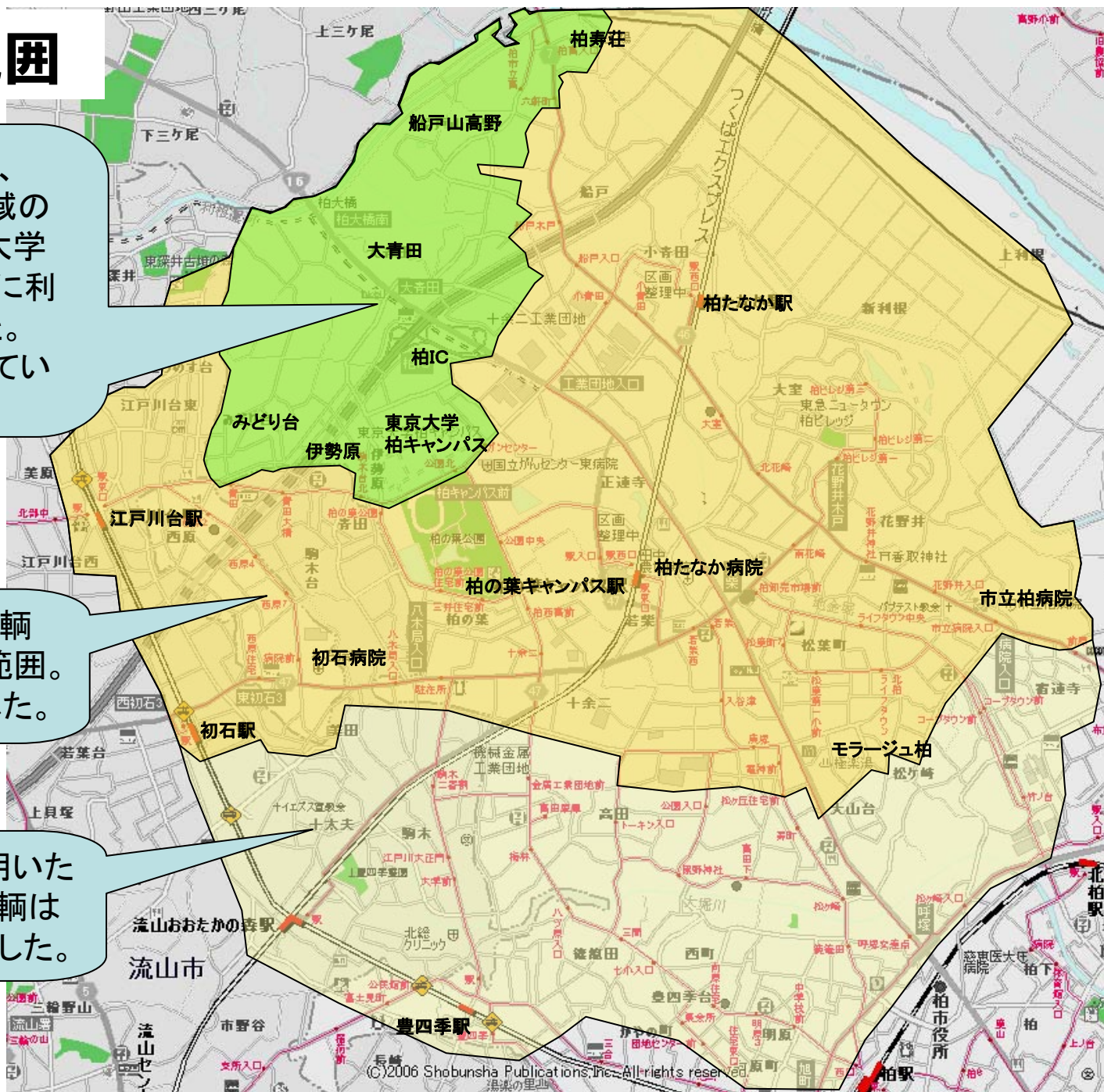


# 実験対象範囲

大青田、船戸山高野、伊勢原、みどり台地域の皆さん、および東京大学柏キャンパス関係者に利用していただきました。ご自宅前から利用していただきました。

バスおよびタクシー車両がご利用いただけた範囲。目的地まで移動しました。

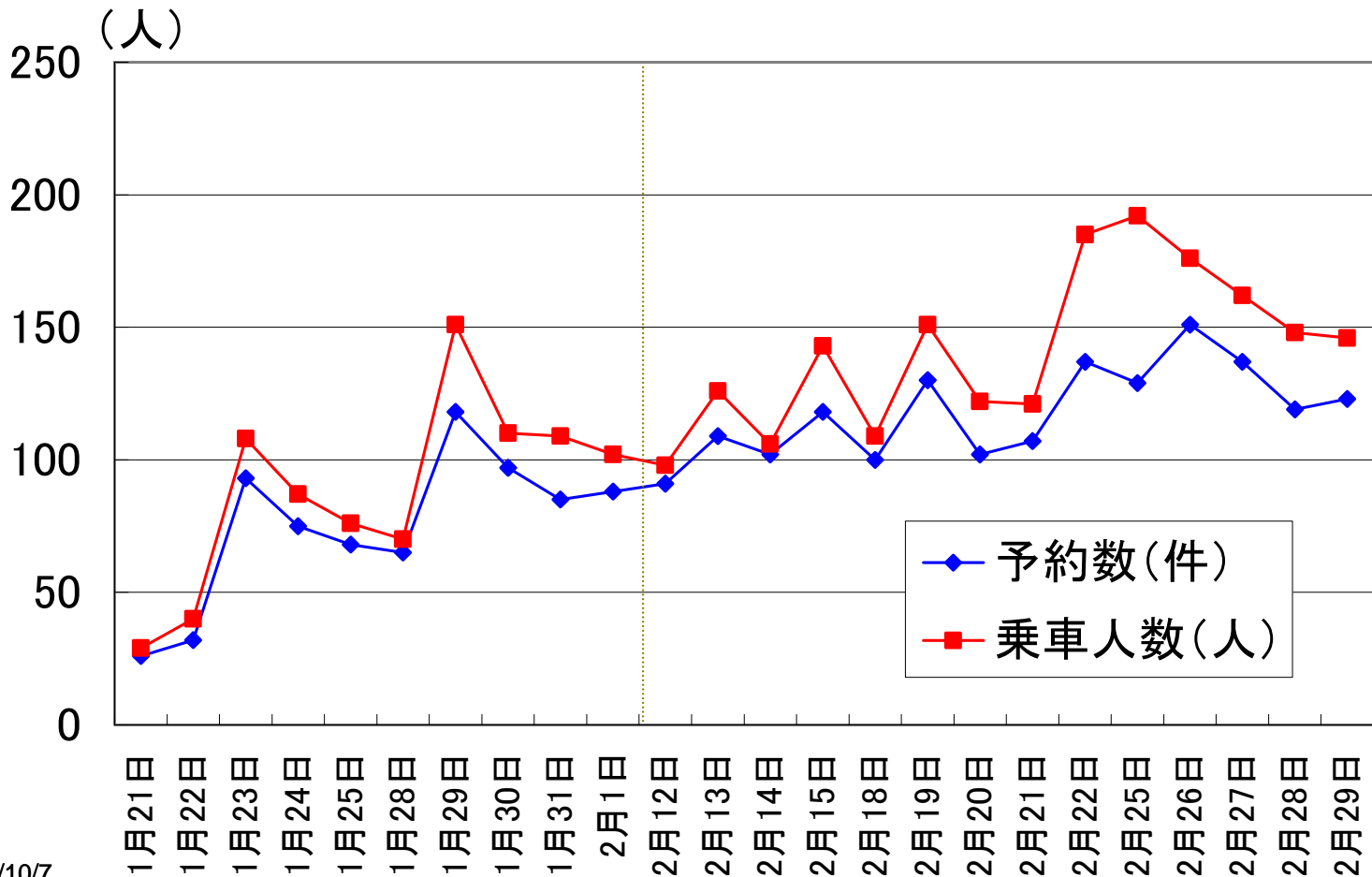
バス車両のみが利用いただけた範囲。バス車両は目的地まで移動しました。





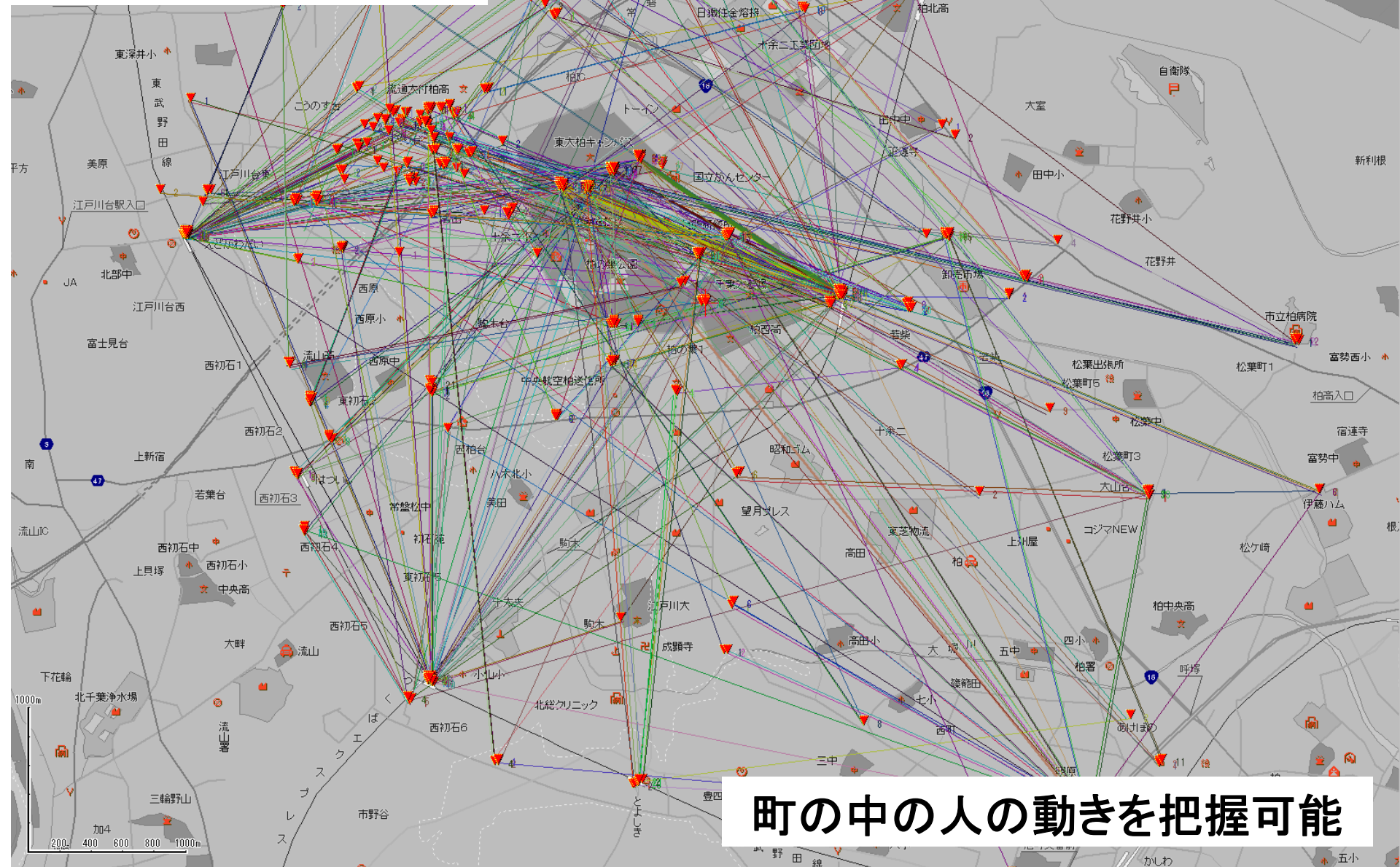
# 利用者数の推移（デマンド／日）

● 期間を通じて、2867人（2402デマンド）の利用者数



# 実験結果 (利用者の移動)

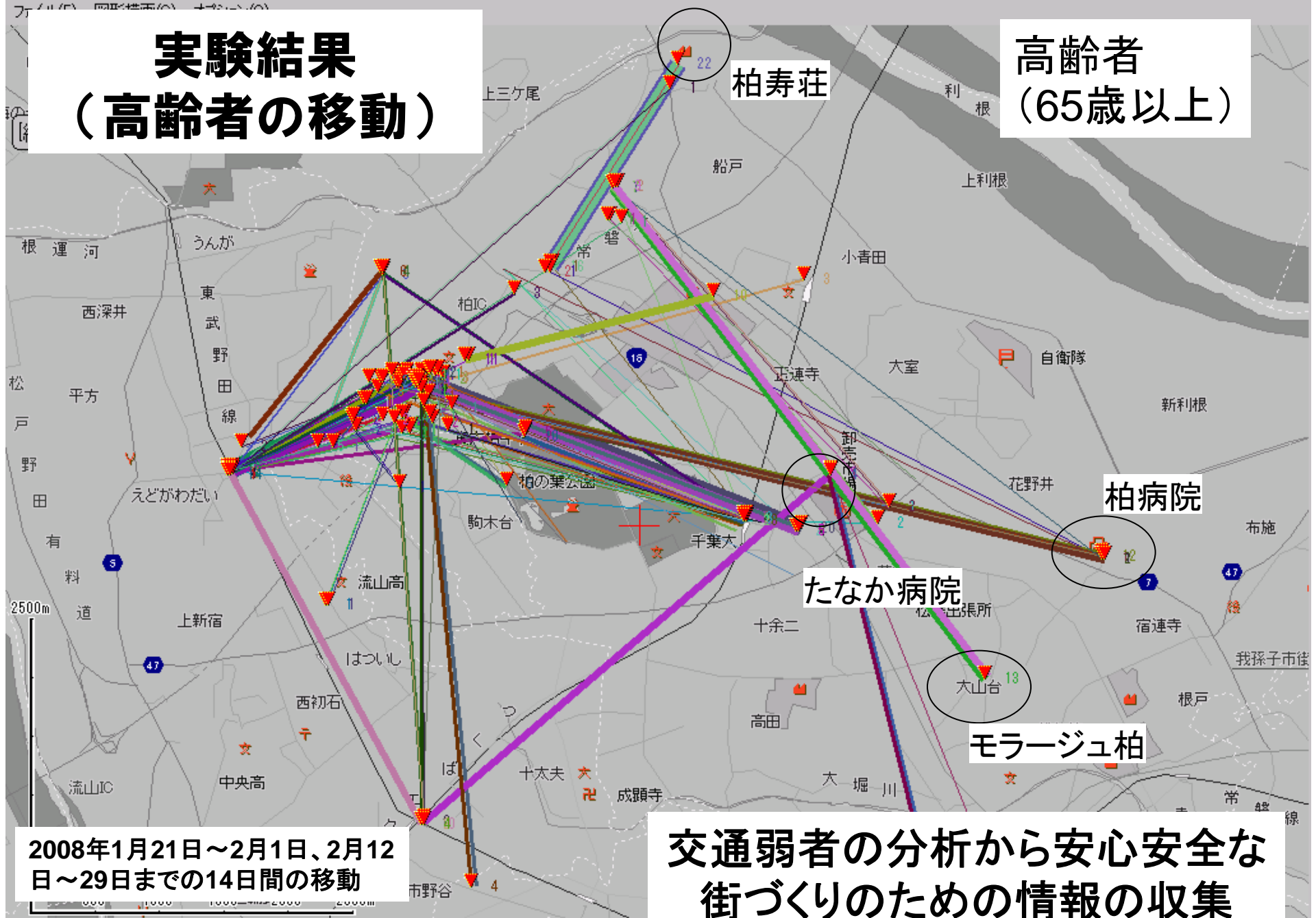
全体



町の中の人の動きを把握可能

# 実験結果 (高齢者の移動)

高齢者  
(65歳以上)



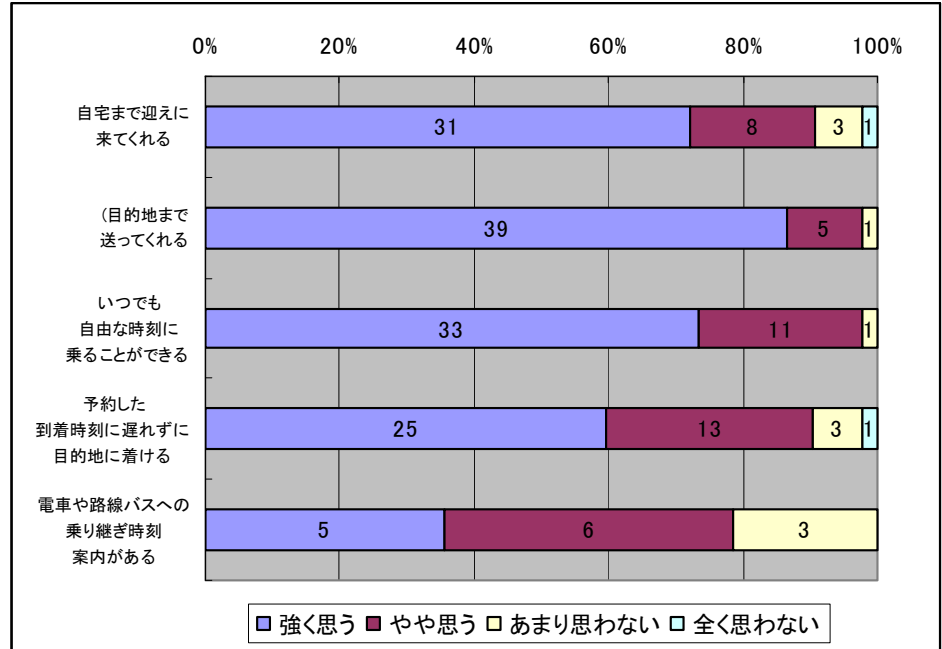
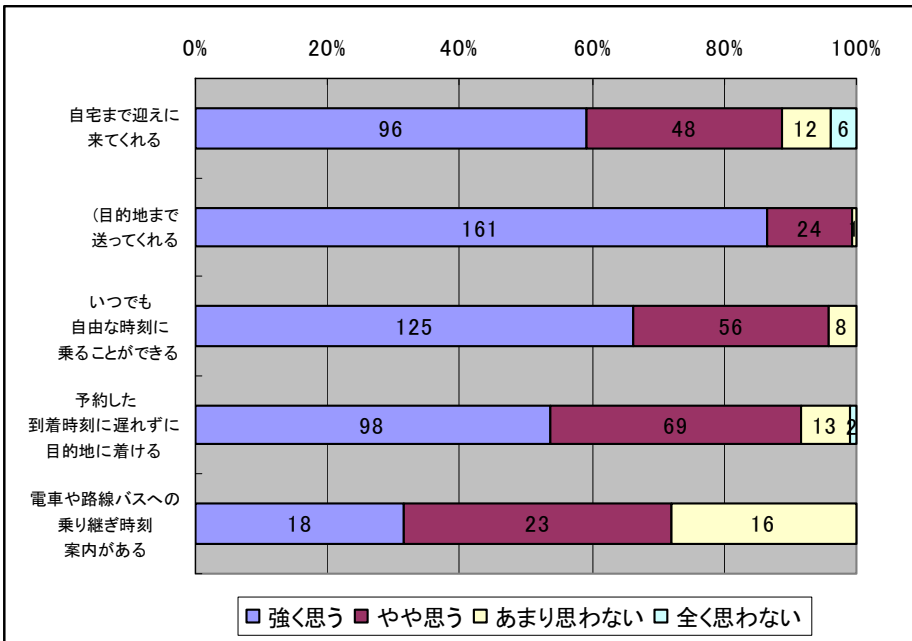
2008年1月21日～2月1日、2月12日～29日までの14日間の移動

交通弱者の分析から安心安全な街づくりのための情報の収集

# 利用者からの評価

## ●アンケートで評価された点

以下のオンデマンドバスの機能を便利だと思えますか？



※東大関係者を含めた利用者の回答

※東大関係者をのぞいた利用者の回答

## 第8期実証実験（現在実施中！）

- 日程：平成20年10月1日～12月26日
- 運行時間：
  - （10月）10：00～21：00
  - （11月）9：00～21：00
  - （12月以降）7：00～21：00
- \*朝と夕方のシャトルバスを並行して運行
- 予約受付：4：00～23：59
- 運休日：土日および祝祭日
- エリア：柏市北部地域（バス停）
- 新サービス：予約システムの改良

## 他地域での展開





# 今年度の実証実験と啓蒙活動

## ●堺市

- 電気バスを利用したオンデマンド交通社会実験
- 報道発表 10/14(火)
- 実証実験 10/15(水)～11/14(金)

## ●茅野市

- BDF車両を用い、てんぷら廃油の回収と連携した環境配慮型スキームの交通社会実験

## ●川西市

- 高齢化の進んだニュータウンの新しい地域内公共交通の検討

## ●その他3サイト、次年度はさらに拡大

## ●オンデマンド交通カンファレンス開催

- 10/31(金) 大阪・関西電力本社にて

# 地球温暖化を防ぐため、この秋 この電気バスを使って 社会実験を行います。

環境にとっても優しい**オンデマンド**電気バスが旧環濠内を走ります。  
市内観光、買い物、通院など、好きなように使ってください。  
(※ 堺駅～堺東駅間はご利用いただけません。)

**そういう訳で協力して頂ける方を大募集!!**  
**冷やかし歓迎、とにかく乗ってみてください。**

実験期間：**10月15日(水)～11月14日(金)**

(※ 10月19日は堺まつりのため、運休します)

運行時間：**9時30分～17時** (※ 初日は13時スタート)  
**タダで(無料で)何回でも乗れます。**

ご協力頂ける方は、利用者登録をお願いいたします。  
オンデマンドバスに関するご質問は電話、またはインターネットで受け付けております。

株式会社環境総合テクノス

**お問い合わせ**

☎ **0120-948-467**  
<http://www.kanso.co.jp/odb/>



**日本初の  
エコバス  
登場!**

通常バスの▶  
オンデマンド版も  
同時に走行します



**オンデマンド**電気バスはこんな車です

- ① 路線バスはお客様が乗らなくても走らなくてはならないので、エネルギーが無駄になります。オンデマンドバスはお客様が乗りたい時に呼べば来てくれて、行きたいところへ連れて行ってくれるシステムのため、最小限のエネルギーで人の移動ができます。
- ② 充電式の電気バスですから、減速するときにはモーターで発電して再生エネルギーを電池に戻すことができます。
- ③ 走行経路をコンピューターで自動計算しながら走るため、無駄な走行を避けて、最短距離で効率よく走ることができます。
- ④ エンジンの代わりにモーターで走るため走行音が静かです。
- ⑤ 定員は12名です。車椅子でもご利用いただけます。

※ 電気バス(W3B2)は早稲田大学が開発しました。

※ 運行管理ソフト(コンビニクル)は東京大学が開発しました。

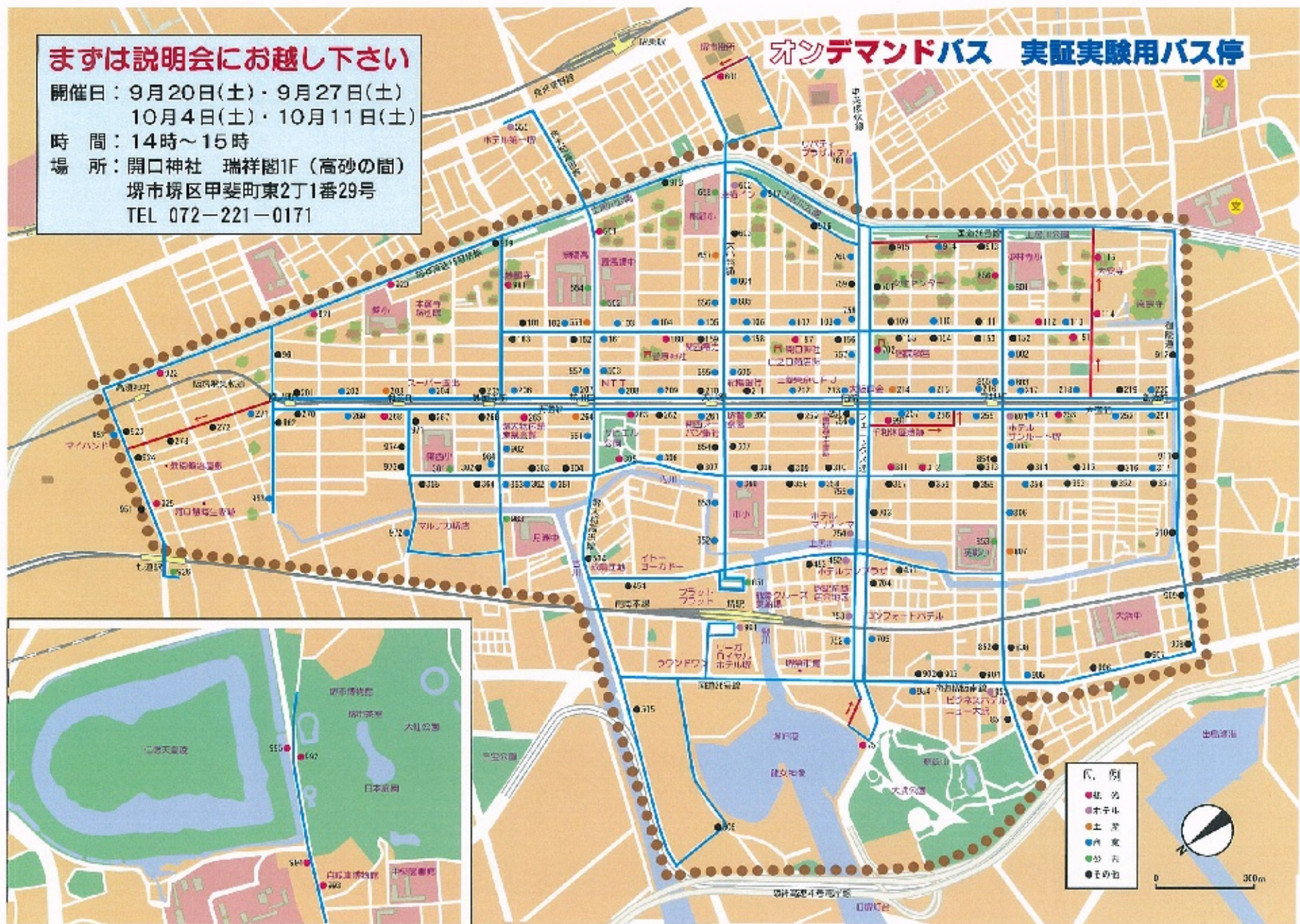
この走行実験は「堺市都市圏地域温暖化対策地域協議会」が環境省の「低炭素地域づくり的対策推進事業」に応募して採択された実証実験の一部です。

協議会の構成メンバーは、NPO法人自由都市堺・町会会議、大阪府立大学、東京大学、早稲田大学、堺市、南海バス、昭和飛行機工業、関西電力、環境総合テクノスの9団体で組織しています。



# オンデマンドバス 実証実験用バス停

**まずは説明会にお越し下さい**  
 開催日：9月20日(土)・9月27日(土)  
 10月4日(土)・10月11日(土)  
 時間：14時～15時  
 場所：開口神社 瑞祥閣1F (高砂の間)  
 堺市堺区甲斐町東2丁1番29号  
 TEL 072-221-0171



- 凡例
- 駅
  - ホテル
  - 学校
  - 公共施設
  - 公園
  - その他

# まとめ





# まとめ

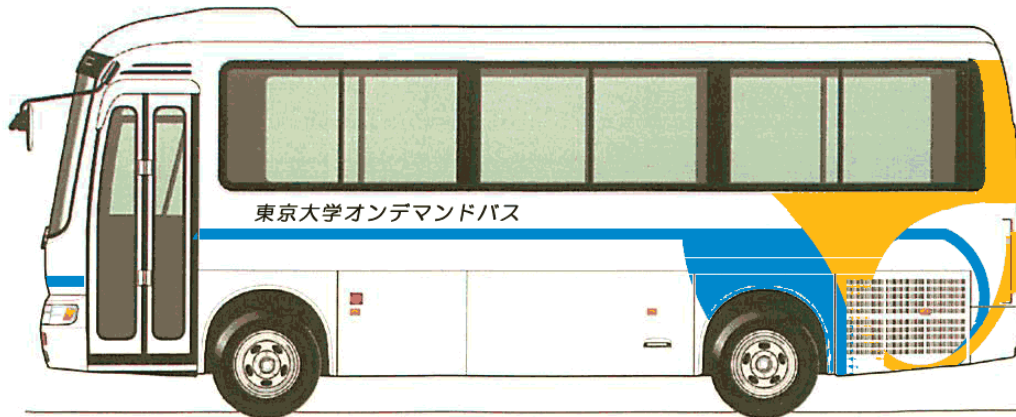
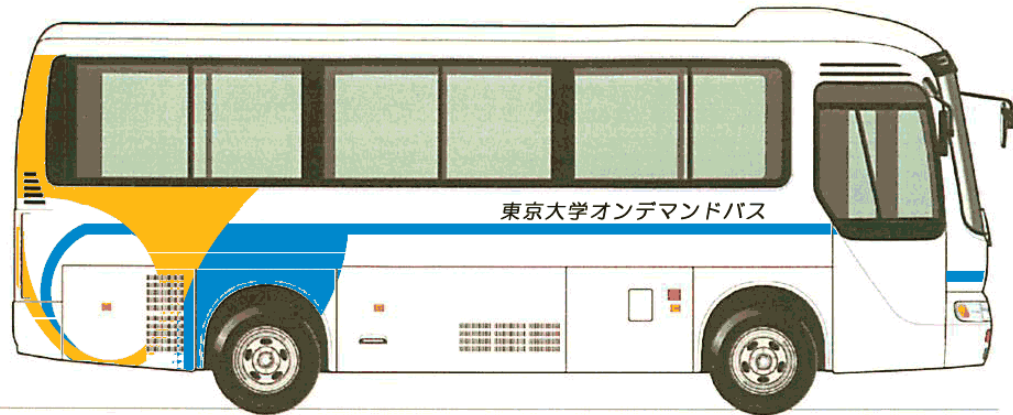
## ●以下の3つ特徴を持つオンデマンドバスを開発した

- 到着時刻が遅延しない運行
- 簡単に予約できる利便性の高いサービスの実現
- 情報インフラ・オペレータ費用の削減

## ●開発したオンデマンドバスにより、地方公共交通の悪循環を解決に向けた活動を継続する

## ●オンデマンドバスは街のセンサや新サービス実現の基盤になりうる

ご清聴ありがとうございました。



※ 柏地域で走行中のバス車両