

2017年春（第41回）研究報告会

# 我が国の鉄道と高速バスとの連携による シームレスな乗継ぎの実態と改善の分析



運輸総合研究所 総合研究部  
研究員 野城(やしろ) 良祐

# 研究の背景

- 2010年より日本は人口減少
- 特に地方部で少子高齢化の早い進行
- 地方と都市との格差が拡大



地方の活力維持と都市との格差是正のために交流人口の拡大が必要



交流人口の拡大の一つの解 =  
インターモーダルな都市間交通  
ネットワークの構築



## 利点

地方の活性化だけでなく・・・

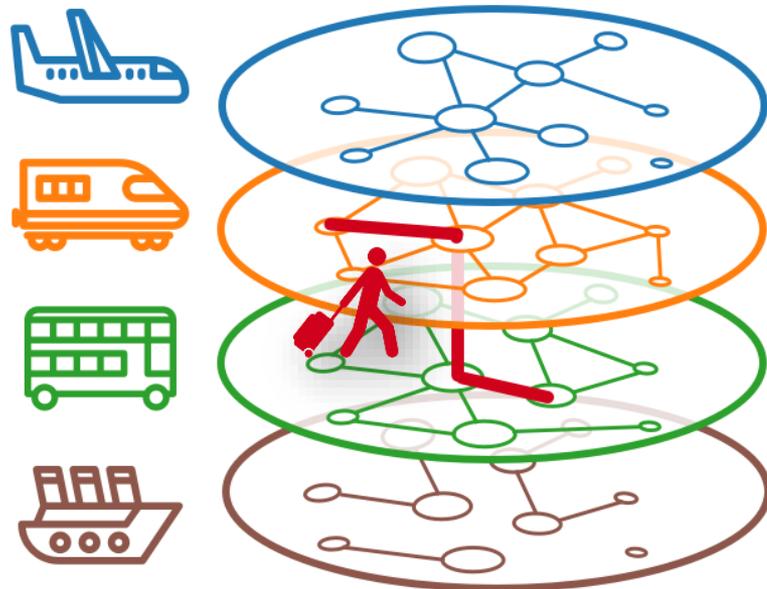
事業者：人口減少化で利用者の確保

利用者：交通機関の選択肢の増加

既存のインフラを活用し、

航空・鉄道・高速バス・船を  
シームレスな乗継ぎで接続

インターモーダルな都市間交通ネットワーク



# 本研究で対象とするインターモーダルな流動

- ・ 都市間の流動
- ・ 異なる幹線交通機関を乗り継いだ流動
- ・ 三大都市圏内を除く都道府県を跨いだ乗継ぎの流動

全国幹線旅客純流動調査（以下、純流動）では三大都市圏内の乗継ぎもカウント

## 本研究の対象としない

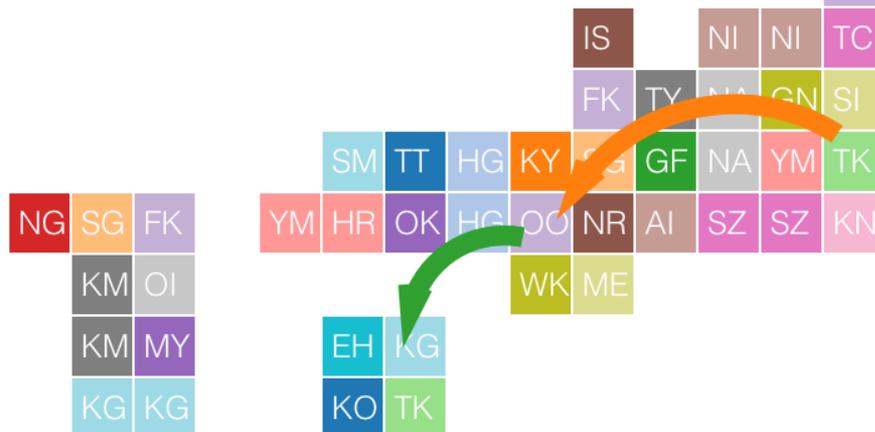
特急・新幹線でないため✕



三大都市圏内の乗継ぎであるため✕



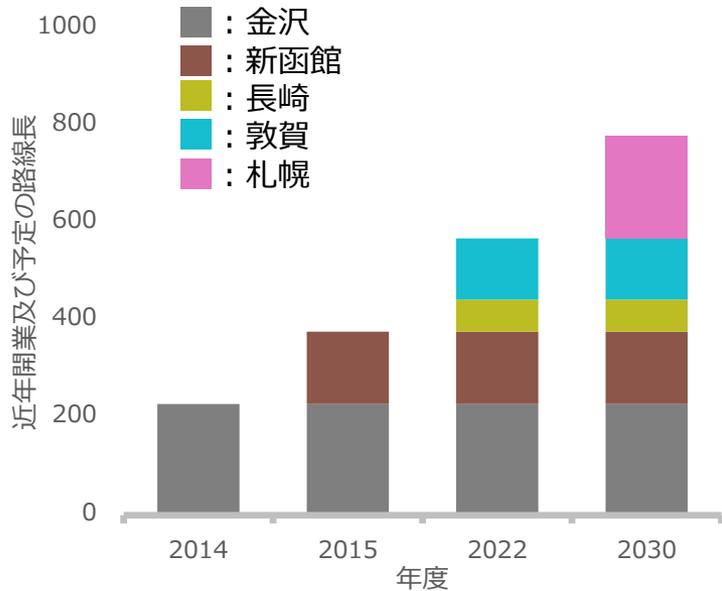
## 本研究の対象



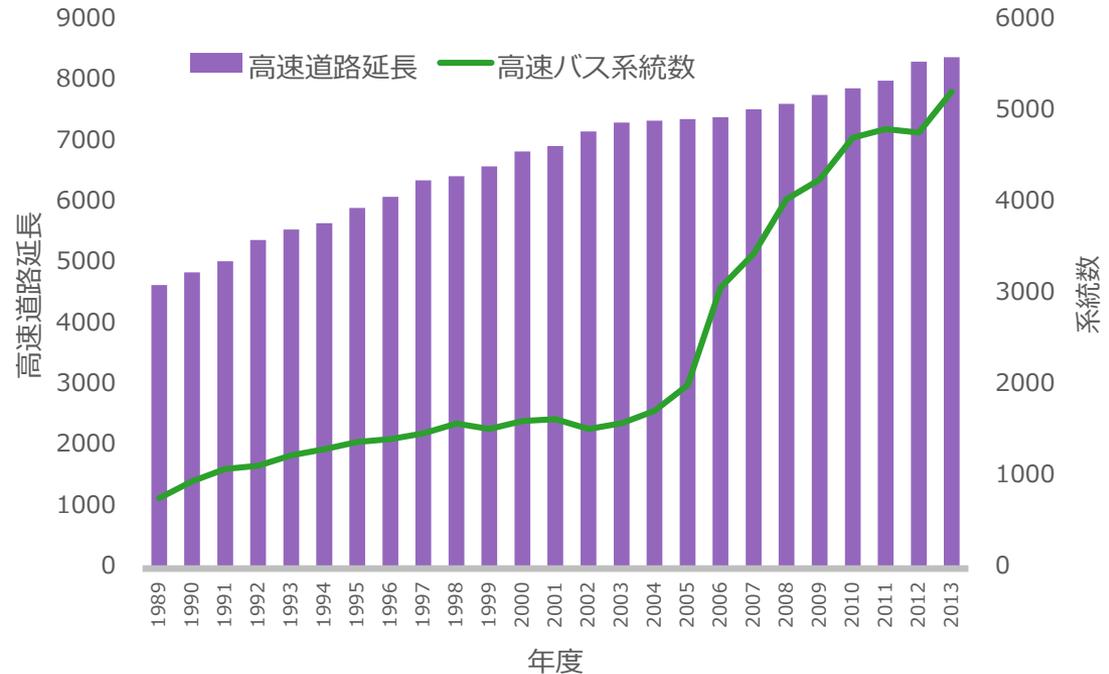
OK

## ネットワークが拡大傾向にある、 鉄道(主に**新幹線**)と**高速バス**を対象

### 近年開業及び延伸予定の整備新幹線



### 高速道路延長と高速バス系統数



出典：国土交通省 高速乗合バスの運行状況

長崎、敦賀、札幌と延伸を予定している新幹線

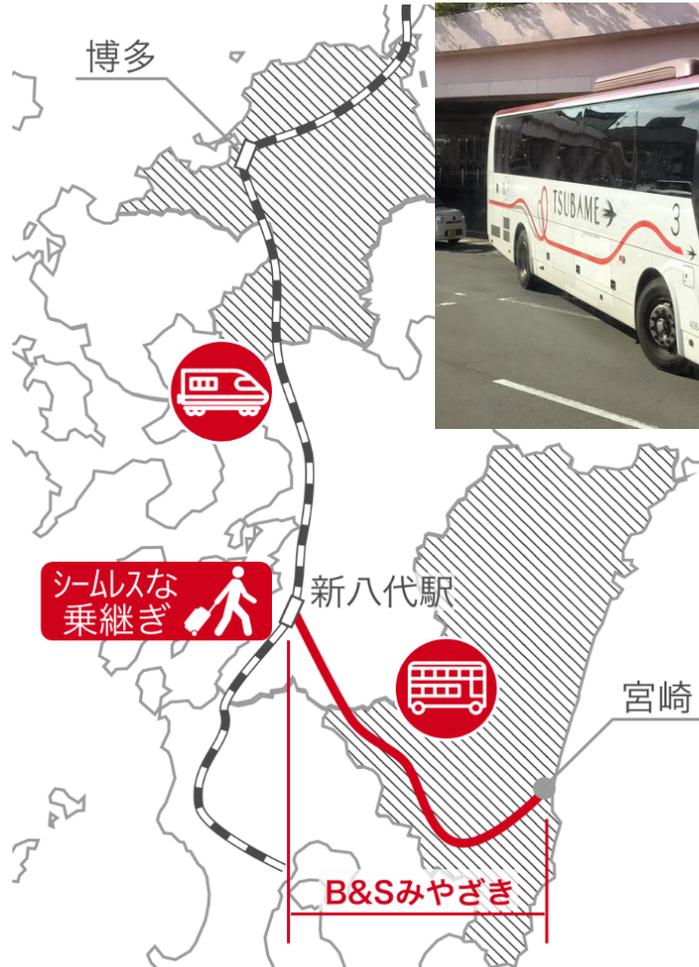
高速道路延長の伸びとともに高速バスの系統数が増加

# 鉄道と高速バスが連携したシームレスな乗継ぎ事例

**B & Sみやざき**・・・新八代駅(熊本)と宮崎を結ぶ高速バスであり、新幹線と連携することでシームレスな乗継ぎを導入

B&Sみやざき

九州新幹線



出典：鉄道・運輸機構

## シームレスな乗継ぎ施策

- ・ **新幹線と高速バスの料金の割引**  
正規料金9,750円⇒割引**7,000**円
- ・ **ダイヤ調整による乗継時間の最小化**  
新幹線⇒高速バスは**6**分  
高速バス⇒新幹線は**15**分
- ・ **鉄道と高速バスの連続した切符の発券**  
1枚の切符で両者を利用可能

出典：運輸政策研究(2016 winter)

B&Sみやざきは宮崎・福岡間の都市間交通の一つとして成功しているが、このような卓越した連携事例は少ない。

# 鉄道と高速バスの連携が進まない理由

1. **連携によるシームレスな乗継ぎ施策の効果が不明確**  
ex. 両機関の運賃の割引による利用者の増加が不明確
2. **鉄道と高速バスが連携できる機関としてみなされていない**  
ex. 利用距離帯からの競合（※鉄道：371km, バス：243km）  
鉄道と高速バスのインターモーダルな流動の利用実態が不明  
※幹線旅客純流動の実態
3. **乗継ぎ促進により、自社および他社の交通に影響を及ぼす可能性**  
ex. 自社の既存の利用者が乗継ぎ機関に転換の恐れ



## 連携の旗振り役が生まれにくい

### リサーチクエスチョン

シームレスな乗継ぎ施策導入の可能性のある地域を明らかにし、連携の効果を定量的に評価することができないか？

# 本発表の目的と構成

## 本発表の目的

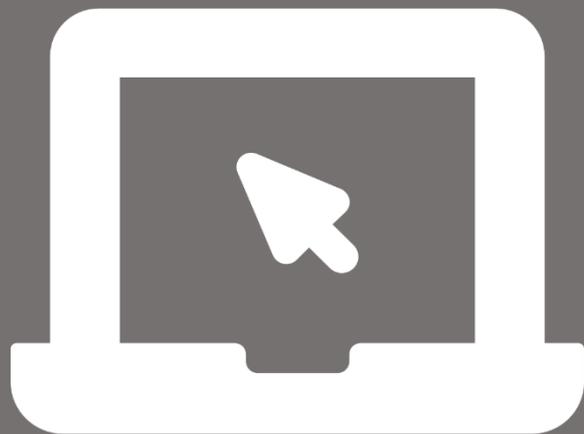
鉄道と高速バスのシームレスな乗継改善を明示的に示すことができる交通機関選択モデルを開発し、改善施策導入の可能性がある地域においてその効果を定量的に評価し、鉄道と高速バスの連携の促進を図る。

## 本発表の構成

交通機関選択モデルの開発	鉄道と高速バスのインターモーダルな流動と、シームレスな乗継改善を明示的に示すことのできる交通機関選択モデルを開発	
乗継の実態とシームレス施策導入区間の絞り込み	<b>2010年の純流動調査</b> 鉄道と高速バスの流動の実態を示し、乗継ぎ改善の可能性がある区間を明らかにする	<b>2010年の鉄道とバスの時刻表</b> 鉄道と高速バスの乗継ぎ時間の実態を示し、乗継ぎ改善の効果が大きい区間を明らかにする
シームレスな乗継施策の分析	<b>Case 1 既存のサービス改善</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 鉄道と高速バスの料金の割引</li><li>・ 乗継ぎ時間の短縮</li></ul>	<b>Case 2 新規バス路線の開設</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・ シームレスな乗継ぎを有する新規バス路線の開設</li></ul>
シームレスな乗継ぎの施策の効果	・ With or Withoutでの交通機関分担率の変化	

1. 研究の背景と目的

## 2. 交通機関選択モデルの開発



3. シームレスな乗継ぎ改善

Case 1 既存のサービス改善

Case 2 新規バス路線の開設

4. まとめ

# 交通機関選択モデルの概要

## 本発表のモデルと従来のモデルとの比較

	本発表	従来
幹線のインターモダルな流動	鉄道+バスを一つの機関として評価 	鉄道+高速バスの場合、バスは端末交通と評価 
幹線の乗継ぎ評価	乗継ぎ時間 	乗継ぎ回数 
幹線の乗継ぎ時間	鉄道と高速バスは時刻表から設定 	—

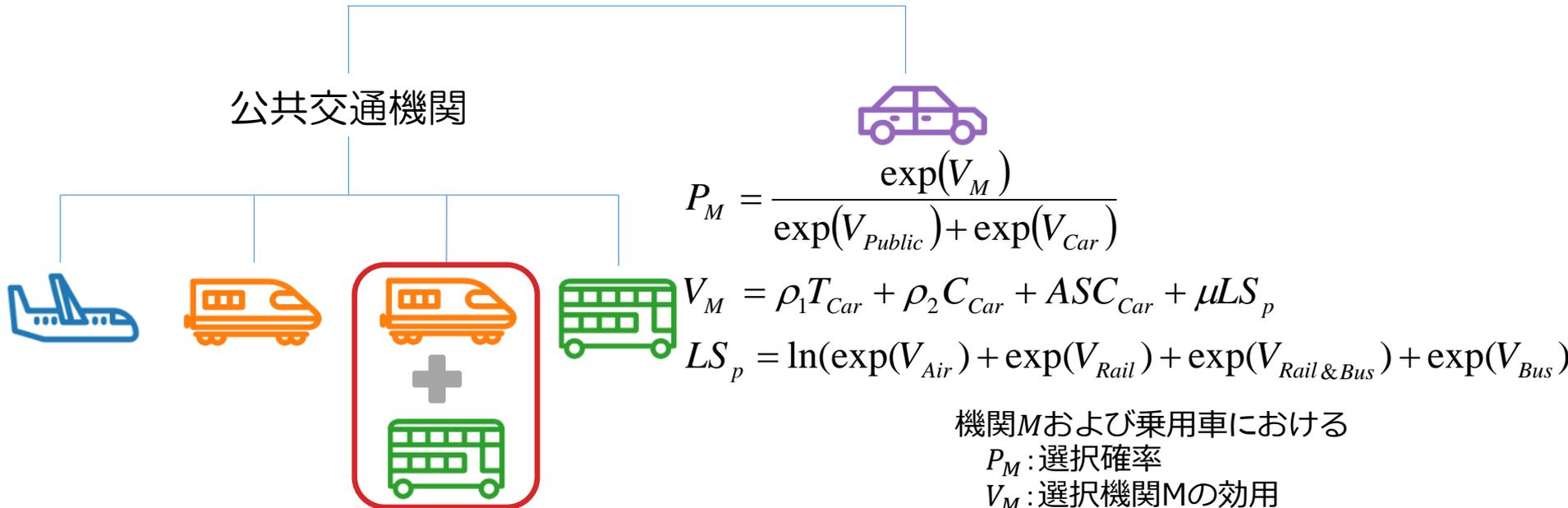
## 利用データ

- ・利用データ：2010年純流動調査の個票
- ・ゾーニング：207地域（離島を除く）
- ・LOS：社会システム(株)様ご提供の2010年11月ネットワークデータから最短時間経路を探索しLOSを設定

# 交通機関選択のモデル化

## Nested Logit Model

乗用車と公共交通（航空，鉄道，鉄道+高速バス，高速バス）からなるネスト構造とし，**鉄道+高速バス**を独立した機関と設定。



$$P_M = \frac{\exp(V_M)}{\exp(V_{Air}) + \exp(V_{Rail}) + \exp(V_{Rail\&Bus}) + \exp(V_{Bus})}$$

$$V_M = \rho_1 T_M + \rho_2 C_M + \rho_3 \ln(F_M) + \rho_4 \underline{TT_M} + \rho_5 AT_M + ASC_M$$

機関Mおよび乗用車における

$P_M$ : 選択確率

$V_M$ : 選択機関Mの効用

$T_M$ : 幹線の時間

$T_{Car}$ : 総時間

$C_M$ : 費用

$C_{Car}$ : 総費用

$F_M$ : 幹線の頻度

$TT_M$ : 幹線の乗継ぎ時間

$AT_M$ : アクセス・イグレス時間

$ASC_M, ASC_{Car}$ : 定数項

$\rho_j$ : j番目の変数パラメータ

$\mu$ : パラメータ

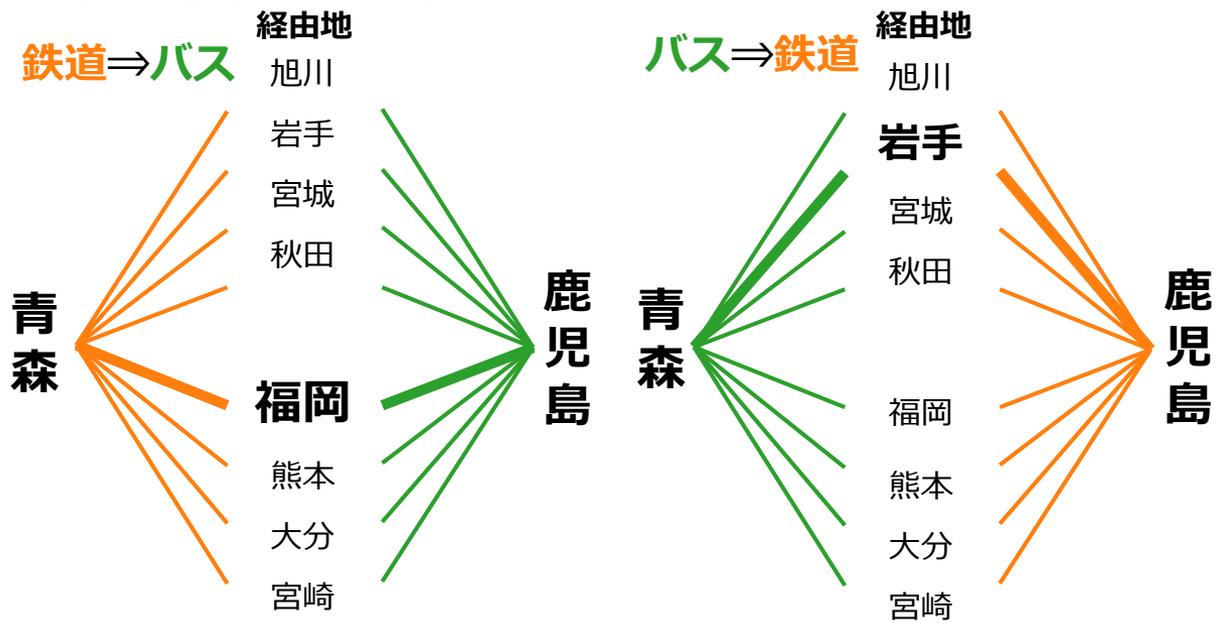
シームレスな乗継ぎの評価のために幹線での乗継ぎ時間を説明変数に追加

# 鉄道と高速バスのインターモーダルな流動の取扱

## 1. 鉄道と高速バスのインターモーダルな最短ルートの設定

鉄道と高速バスの所要時間の組み合わせにより、最短経路となる経由地と順番を決定

青森から鹿児島へ  
 青森⇒**鉄道**⇒福岡⇒**バス**⇒鹿児島  
 >  
 青森⇒**バス**⇒岩手⇒**鉄道**⇒鹿児島  
 最短ルート

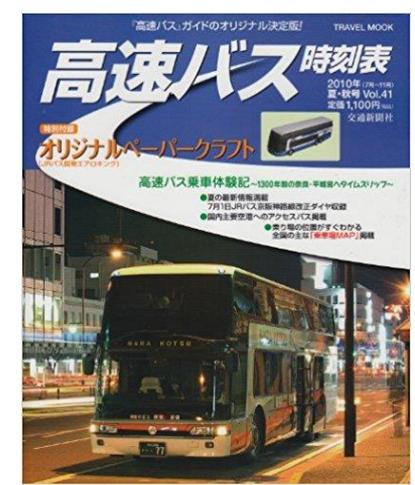
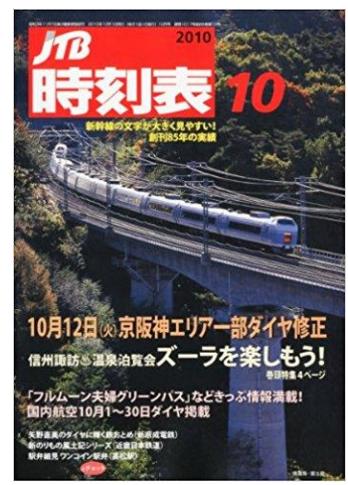


## 2. 鉄道と高速バスの乗継時間の設定

時刻表（2010年10月）から実際の平均乗継ぎ時間を設定

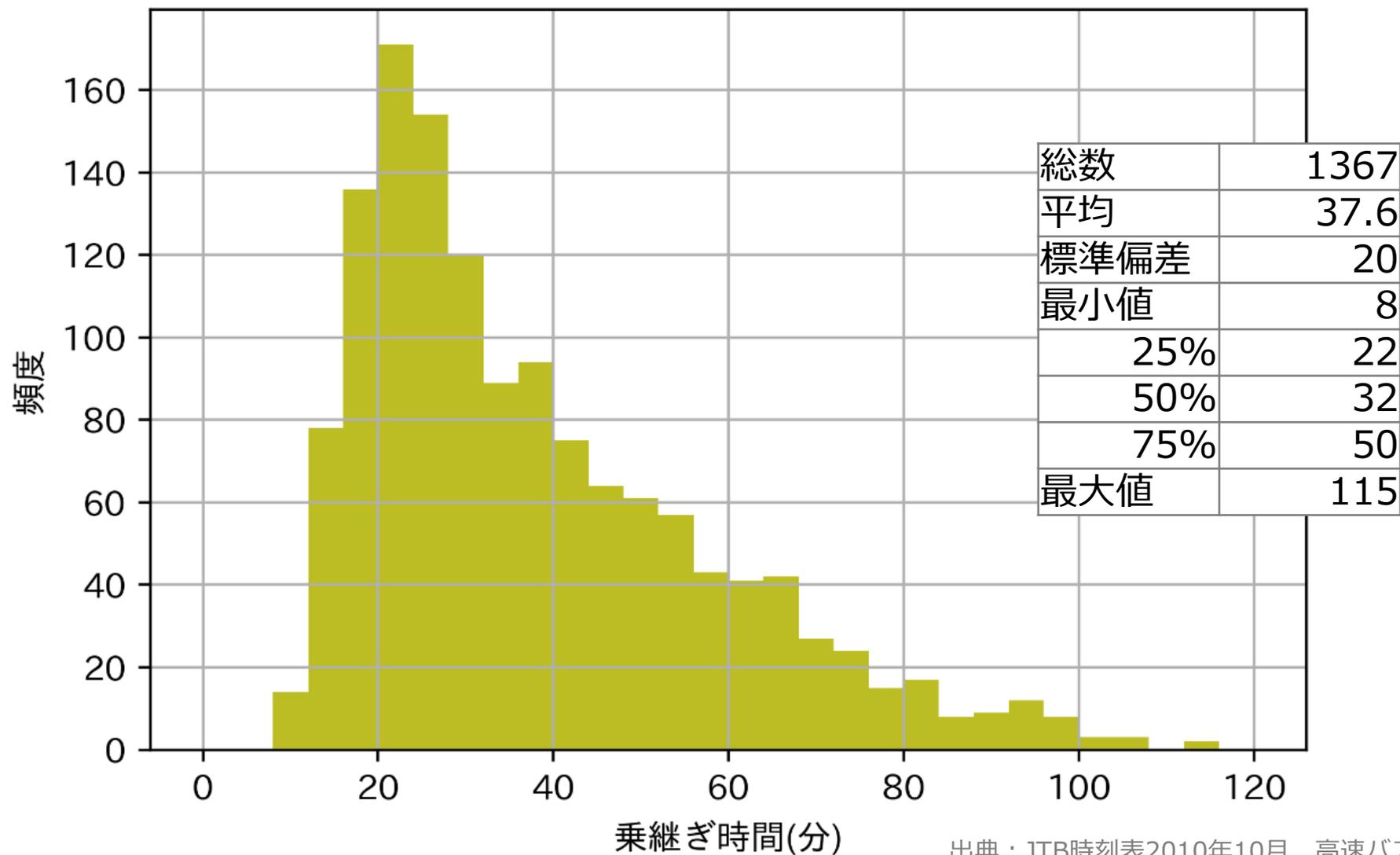
- 最短ルートを対象
- 最小乗継ぎ時間は、新幹線駅については移動距離(※)から設定。その他は10分と設定
- 乗継ぎにおいて、在来線を利用する場合はこの時間を乗継ぎ時間に加算

※新幹線の利用環境に関する調査（2010年）



# 鉄道と高速バスの乗継ぎ時間の頻度

## 鉄道と高速バスの平均乗継ぎ時間の分布



- 乗継ぎ時間の最頻値は20～24分，平均は約38分
- 乗継ぎ時に在来線での移動を要することがあるためロングテールな分布

出典：JTB時刻表2010年10月、高速バス時刻表2010年 夏・秋より作成

# 交通機関選択モデルのパラメーターの推定結果

項目	単位	パラメータ	t値
		全目的	
幹線(総)時間	分	-0.0157	-31.74
費用	万円	-1.36	-7.77
幹線頻度	Log(回)	0.192	4.97
幹線の乗継時間	分	-0.0164	-4.95
アクセス・イグレス時間	分	-0.0177	-17.11
定数項 航空		-0.57	-3.27
鉄道+バス		-0.416	-2.67
バス		-0.329	-2.38
乗用車		2.87	20.34
$\mu$ (公共交通のイグレス)		0.794	16.49
公共交通の時間価値	円/分	116	
乗継ぎの時間価値	円/分	121	
$\rho^2$		0.692	
サンプル数		8,000	

15分の乗継ぎは15分  
 $\times 121\text{円/分} \div 1,800$   
 円の価値と同様

1.背景と目的

2.交通機関選択モデルの開発

**3.シームレスな乗継改善**

**Case 1 既存サービスの改善**

Case 2 新規バス路線の開設



4.まとめと課題

# シームレスな乗継ぎ改善の分析対象の絞込み

## Case 1 インターモーダルな流動から

2010年の純流動調査



鉄道と高速バスのインターモーダルな流動の分析



既存の流動において乗継ぎのさらなるシームレス化が期待できる区間の絞込み



既存サービスの改善

## Case 2 鉄道と高速バスの乗継ぎ時間から

2010年の鉄道と高速バスの乗継ぎ時間



鉄道と高速バスの乗継時間

乗継鉄道	上下線	乗継ぎ駅	バス	乗継時間
のぞみ	上り	東京	東京・鹿島	15分
ひかり	上り	東京	東京・鹿島	17分
...	...	...	...	...



現状の乗継ぎ利用はさほどでもないが、潜在需要が期待でき、乗継ぎ改善効果が大きい区間の絞込み



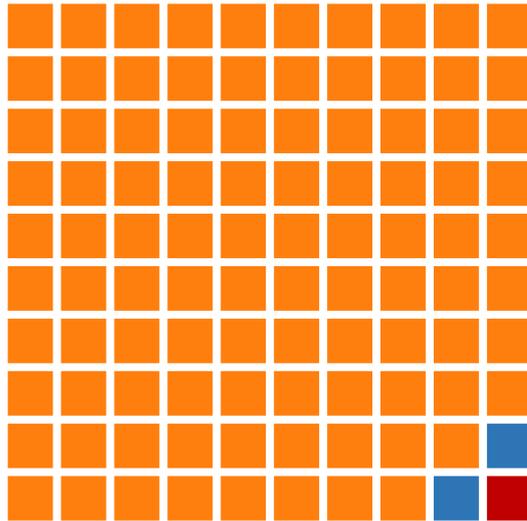
新規バス路線の開設

# Case 1 鉄道と高速バスのインターモーダルな流動量

## 2010年の鉄道と高速バスのインターモーダルな流動の割合



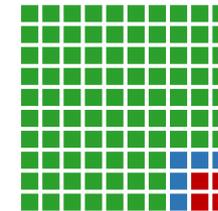
鉄道利用の流動量



注：インターモーダルな流動は本発表の定義に従って集計



バス利用の流動量



種別	凡例	鉄道利用の流動(年間)		バス利用の流動(年間)	
利用交通の流動量		2.66億人	-	0.42億人	-
インターモーダルな流動量		744万人	2.8%	357万人	8.5%
バス+鉄道のインターモーダルな流動量		180万人	0.7%	180万人	4.2%

出典：2010年純流動調査より作成

バスと鉄道のインターモーダルな流動量は限られている

# 鉄道と高速バスのインターモーダルな流動

## 流動の実態を図示



鉄道と高速バスの流動の機関別の平均利用距離

鉄道:419km

バス:231km

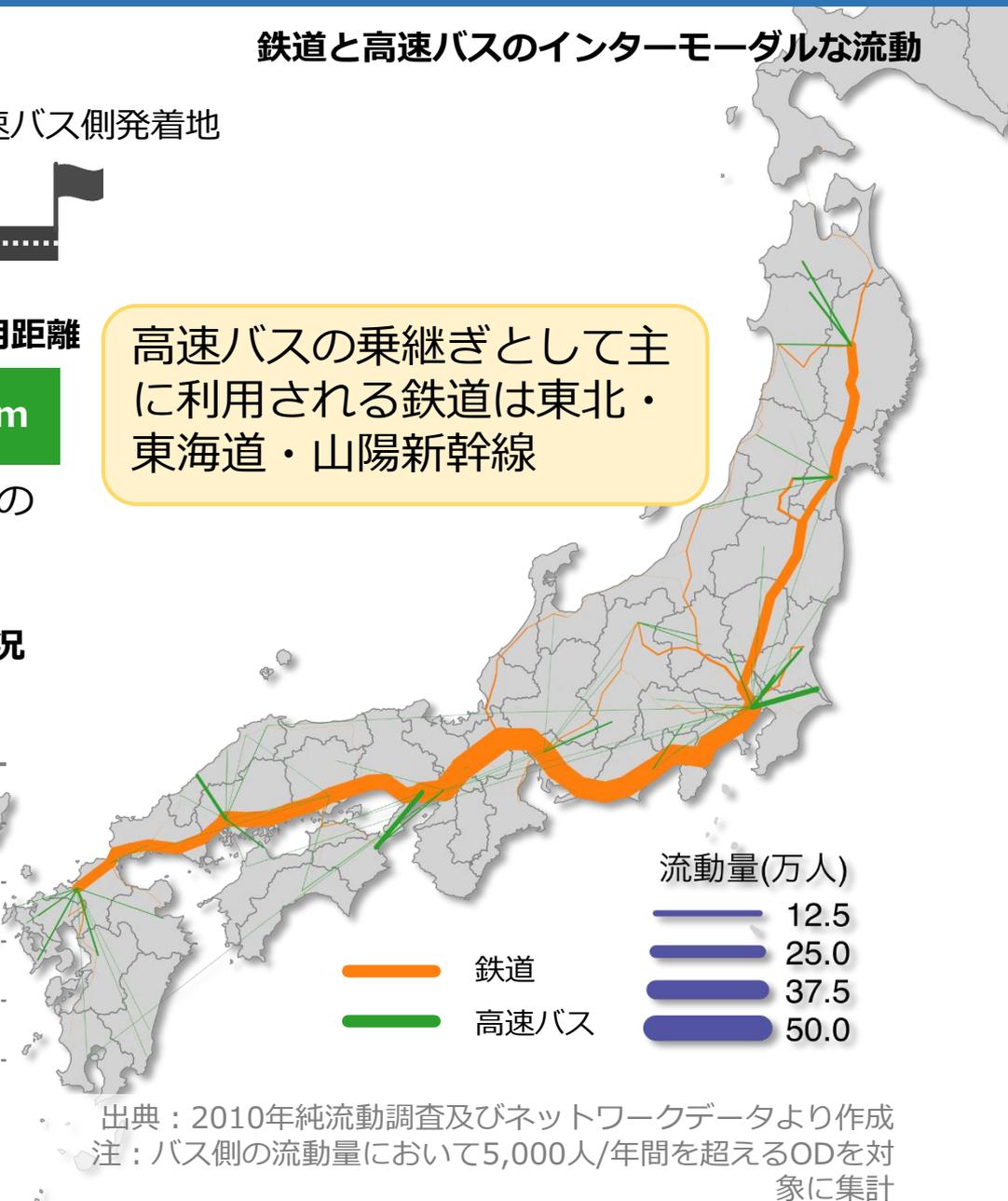
両者の合計が平均650kmと鉄道と航空の中間の距離帯で利用

## 鉄道と高速バスのインターモーダルな流動

高速バスの乗継ぎとして主に利用される鉄道は東北・東海道・山陽新幹線

## 高速バスの乗継ぎに利用される新幹線の利用状況

路線名	輸送密度 (人/日)	流動量が多い駅間
東海道新幹線	1,290	名古屋・新大阪
山陽新幹線	845	新大阪・岡山
東北新幹線	508	盛岡・仙台
上越新幹線	146	-
北陸新幹線	86	-
九州新幹線	18	-



出典：2010年純流動調査及びネットワークデータより作成  
注：バス側の流動量において5,000人/年間を超えるODを対象に集計

# 鉄道と高速バスのインターモーダルな流動（高速バス拡大）

## 高速バス部分の流動を拡大し図示



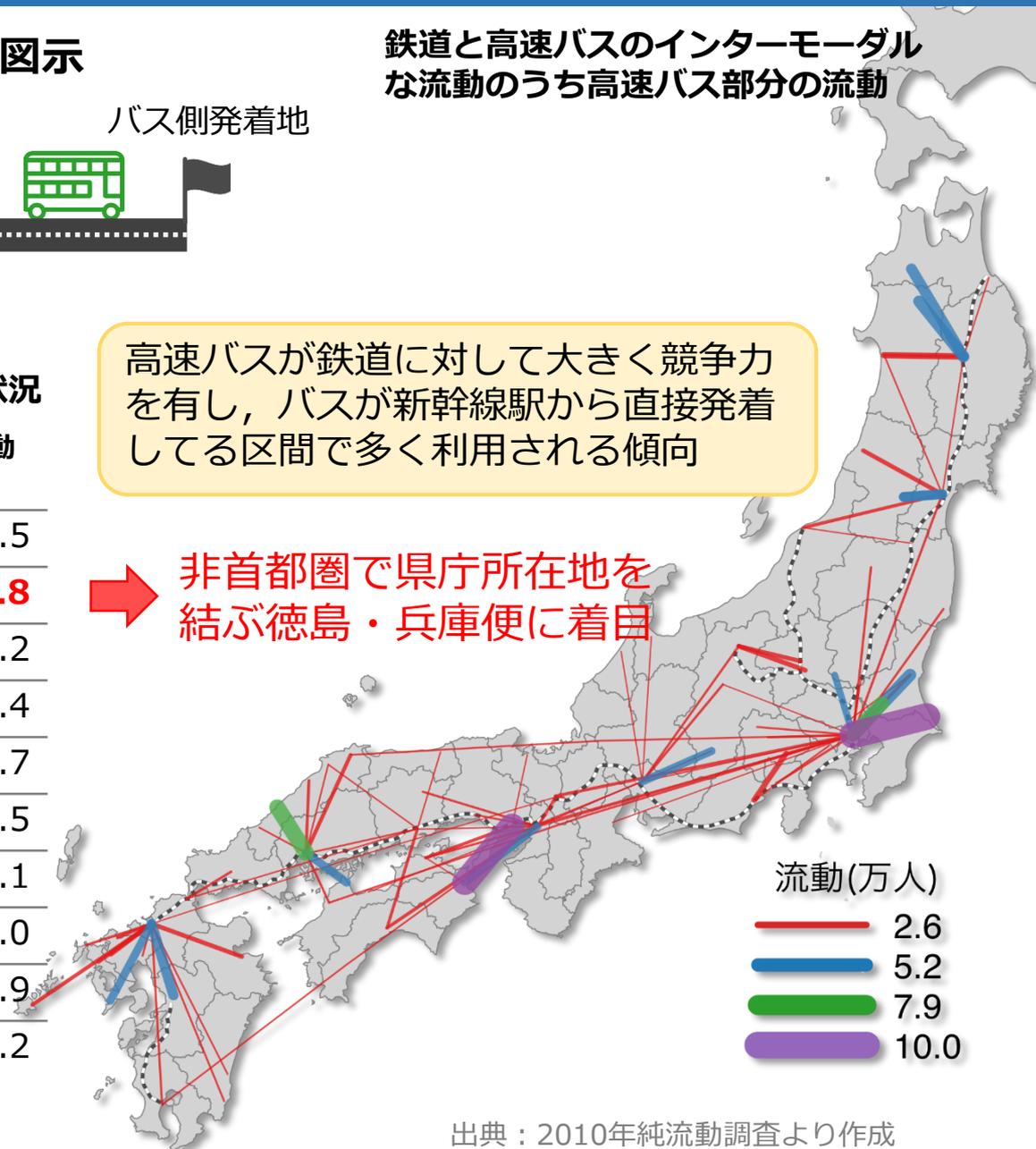
## 鉄道と高速バスのインターモーダルな流動のうち高速バス部分の流動

### 鉄道に乗継ぎ利用されるバスの利用状況

順位	乗継ぎ(県)	バス発着地	年間流動(万人)
★1	東京	鹿島	10.5
★2	<b>兵庫</b>	<b>徳島</b>	<b>9.8</b>
★3	広島	浜田	6.2
4	東京	土浦	5.4
5	東京	水戸	4.7
6	岩手	大館	4.5
7	岩手	弘前	4.1
8	博多	熊本	4.0
9	宮城	山形	3.9
10	広島	今治	3.2

高速バスが鉄道に対して大きく競争力を有し、バスが新幹線駅から直接発着してる区間で多く利用される傾向

➡ 非首都圏で県庁所在地を結ぶ徳島・兵庫便に着目



出典：2010年純流動調査より作成

# 徳島・神戸(兵庫)間的高速バスの概要

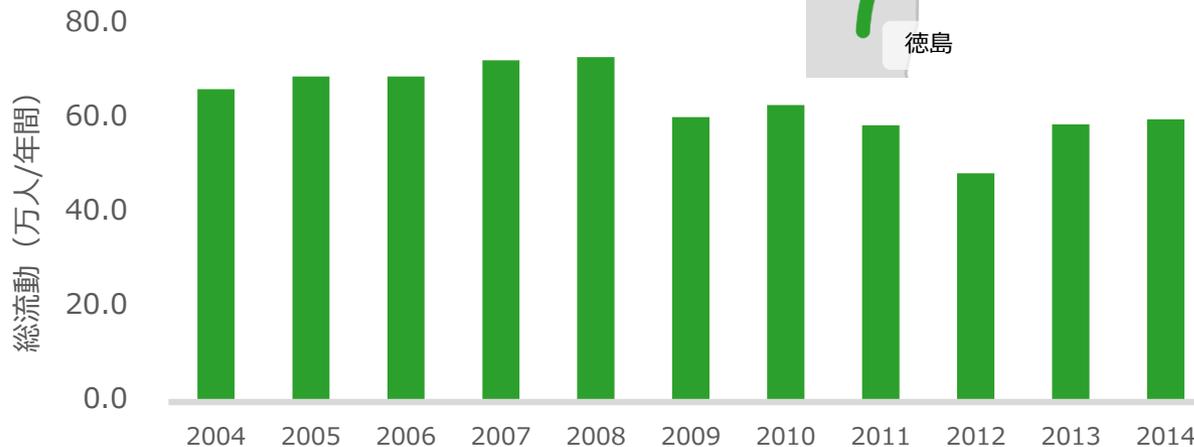
- ・ 1998年の明石海峡大橋の開通時に運行スタート
- ・ JR系列と私鉄系列の2系統で運行され、神戸側の発着地が異なる
- ・ 鉄道との乗継ぎはJR系列が発着する**新神戸駅**でなされている

## 徳島・神戸間的高速バス

	JR系列	私鉄系列
神戸側 発車地	神戸空港 <b>新神戸</b> , 舞子 三宮BT	神姫三宮BT 阪神三宮BT 舞子
便数	18往復	17往復
所要時間	113分	110分
運賃	3,500円	3,300円



## 徳島・兵庫間の乗合バスの総流動の推移



年度

出典：旅客地域流動調査

# 新神戸駅での新幹線と高速バスの乗継ぎ状況

## 1. 新神戸駅ホームからバス停



## 2. 乗継ぎ(接続)時間

2010年の徳島-新神戸間の高速バスと新幹線（新神戸以東）の平均乗継時間

新幹線	行き先	乗継時間	本数
のぞみ	徳島方面	19分	15本
	東京方面	28分	15本
ひかり	徳島方面	22分	15本
	東京方面	23分	14本

I. ホームからバス停までの水平移動距離は約250m(※), 5分あれば余裕をもって乗継ぎ可能

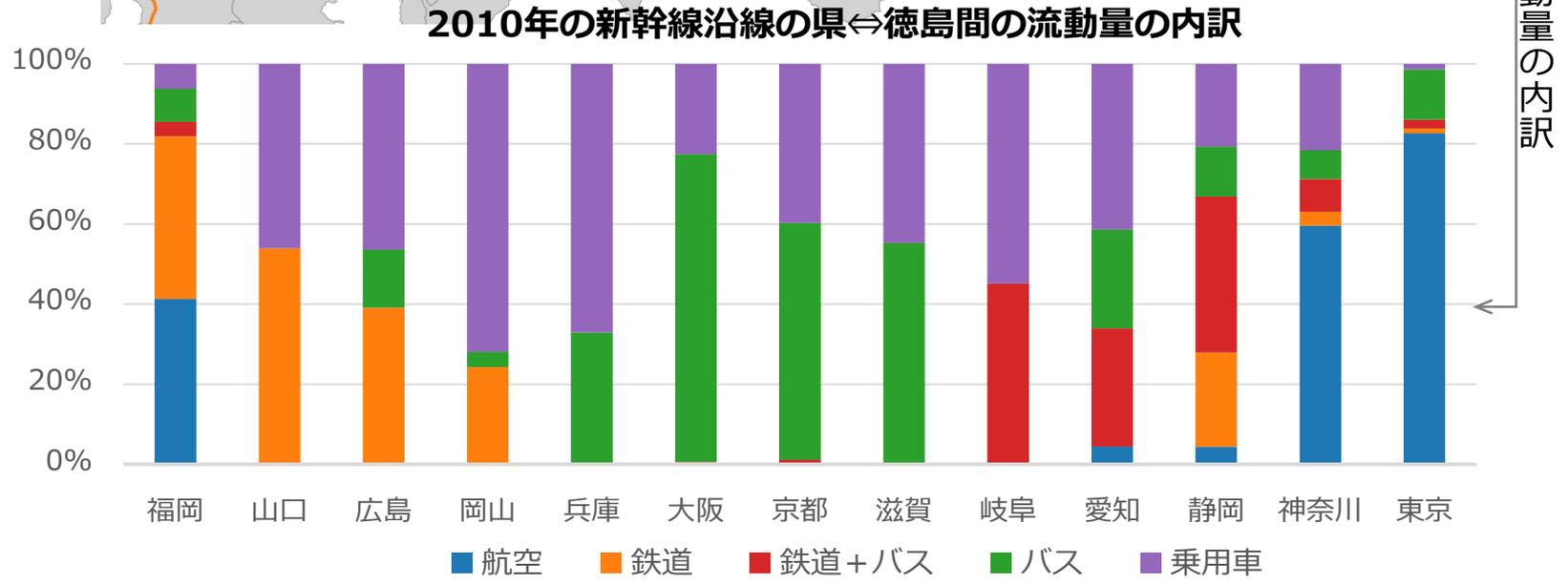
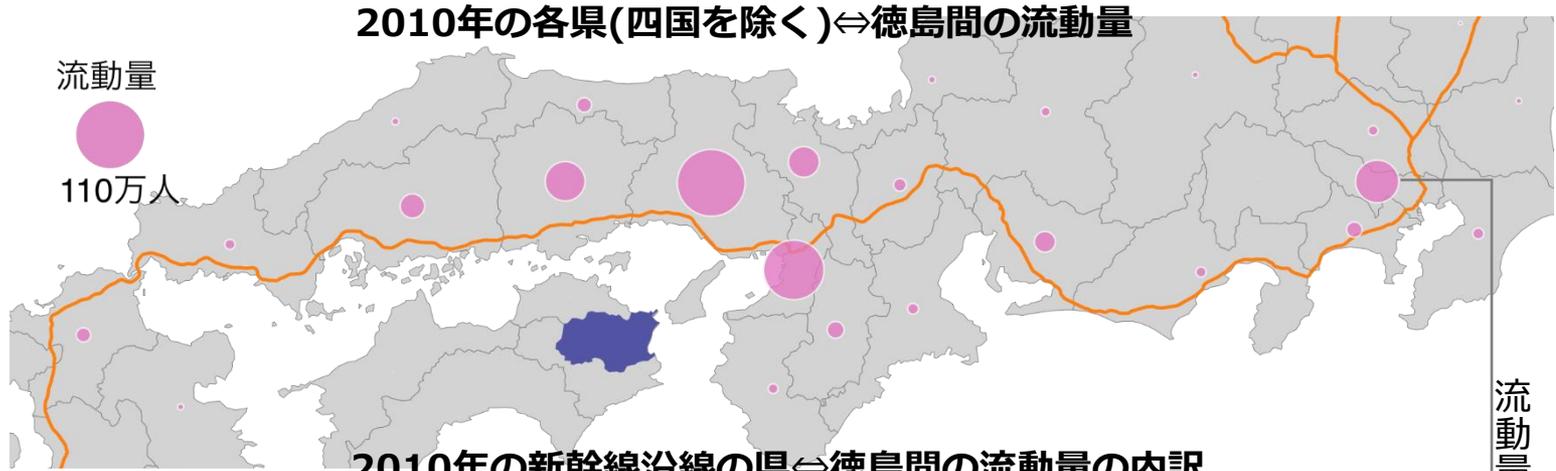
※新幹線の利用環境に関する調査 (2010年)

II. 20分強で接続しており, 比較的短時間で乗継可能

新神戸駅での乗継ぎ環境は優れている

# 徳島発着における鉄道と高速バスのインターモーダルな流動

## 徳島発着の流動量とその内訳を確認

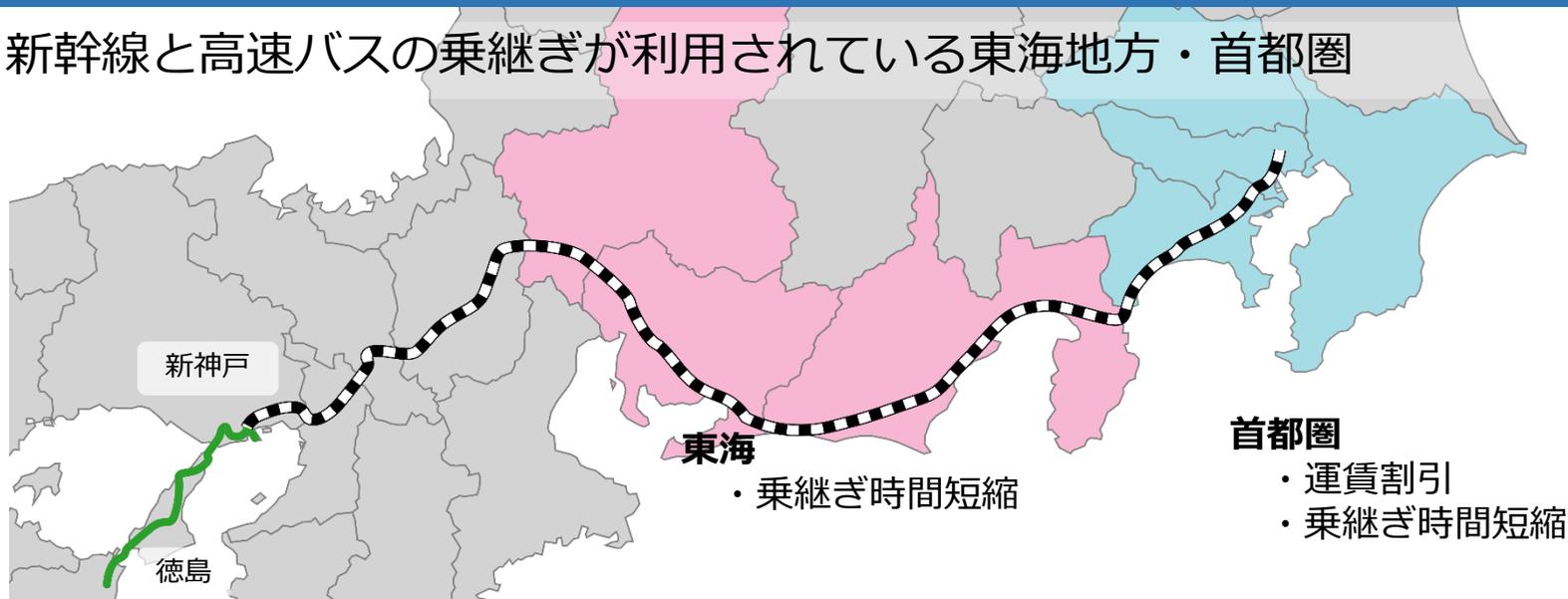


出典：第5回(2010年)旅客純流動調査より作成

岐阜～東京間で、**鉄道と高速バスのインターモーダルな流動**

# シームレスな乗継ぎ施策の導入の地域

対象：新幹線と高速バスの乗継ぎが利用されている東海地方・首都圏



## 導入するシームレスな乗継ぎ施策

### 鉄道+バスの運賃割引

- ・首都圏で航空機からの利用者の転換を狙い、**料金を3,000円引き**(約2割引き:東京往復スーパー早特きっぷを参照)

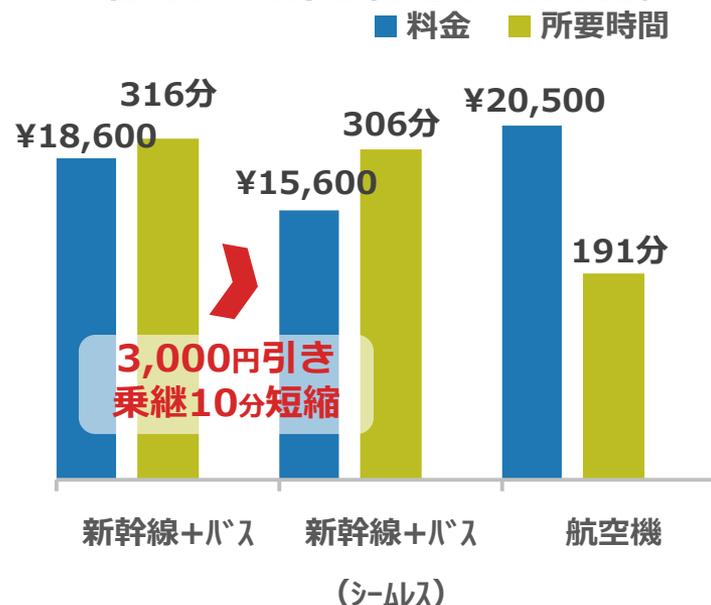
### 乗継ぎ時間短縮

- ・新神戸駅での**乗継ぎ時間を10分短縮**



開発したモデルにより機関  
分担率の変化を確認

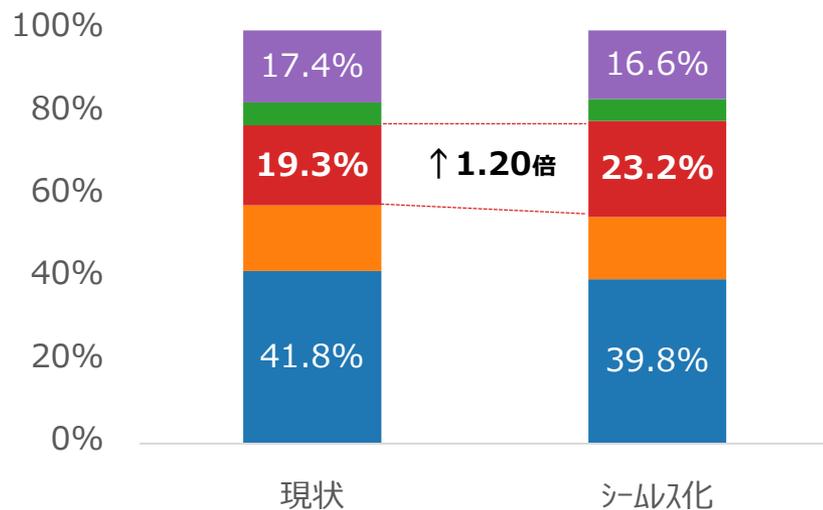
## 徳島駅⇄東京駅間でのLOSの比較



※航空機のLOSは固定

# シームレスな乗継ぎ改善の効果

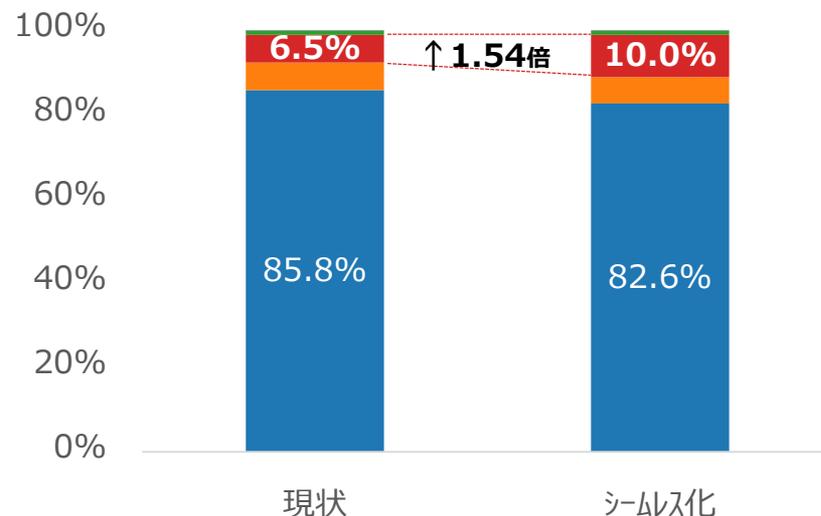
## 東海地方における機関分担率の変化※



■ 航空機 ■ 鉄道 ■ 鉄道+バス ■ バス ■ 乗用車

※：2017年現在は名古屋・徳島間の航空便は休止中であり、現実の割合とは異なる

## 首都圏における機関分担率の変化



■ 航空機 ■ 鉄道 ■ 鉄道+バス ■ バス ■ 乗用車

## 区間別の収益の増率

区間	割引負担(円)	収益の増率
東海道新幹線	2,500	18%
山陽新幹線	0	14%
新神戸・徳島(高速バス)	500	17%
瀬戸大橋・予讃・高徳線	-	-4%

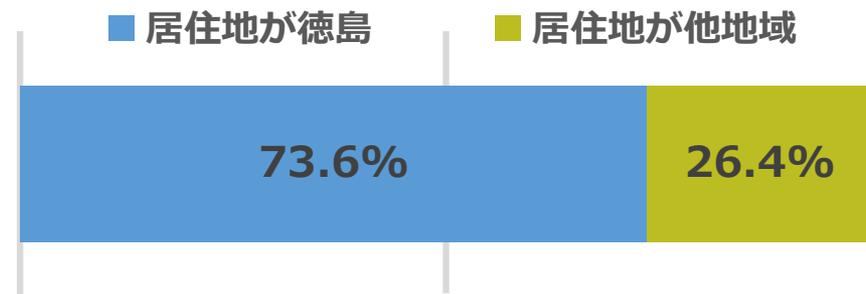
料金を下げても鉄道と高速バスでWin-Winの関係を築くことが可能

※収益の増率は「鉄道+バス」と「鉄道のみ」の合計に対して算出

# シームレスな乗継ぎ施策のターゲット

## 居住地別の利用割合

徳島発着の鉄道と高速バスのインターモーダルな流動における徳島県居住者と他地域居住者の割合



出典：2010年純流動調査より作成

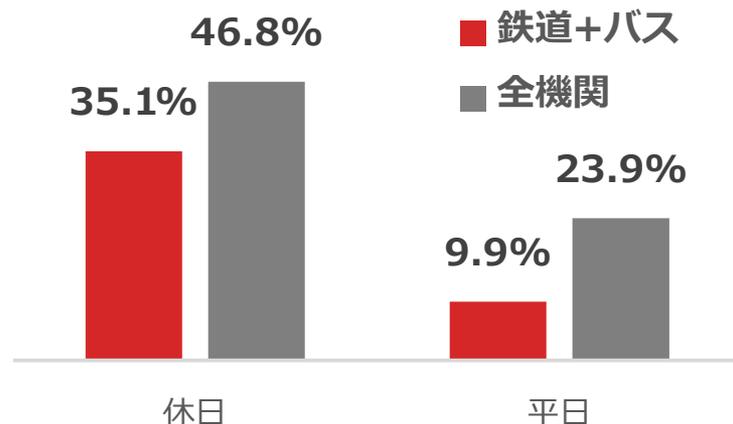
利用者の約 $\frac{3}{4}$ は徳島居住者で大きなギャップが存在



高速バスが新神戸駅で新幹線に接続していることに対する認知度の差が要因の一つ。

## 観光目的の利用割合

徳島発着の流動における観光目的の機関別割合



出典：2010年純流動調査より作成

全機関と比較すると鉄道と高速バスのインターモーダルな流動は観光目的での利用割合が少ない。

観光目的の徳島以外の居住者をターゲットをとすることで効率的に成果をえられる可能性

1. 背景と目的

2. 交通機関選択モデルの開発

**3. シームレスな乗継改善**

Case 1 既存サービスの改善

**Case 2 新規バス路線の開設**



4. まとめ

# Case 2 高速バスの便別の新幹線との乗継ぎ時間

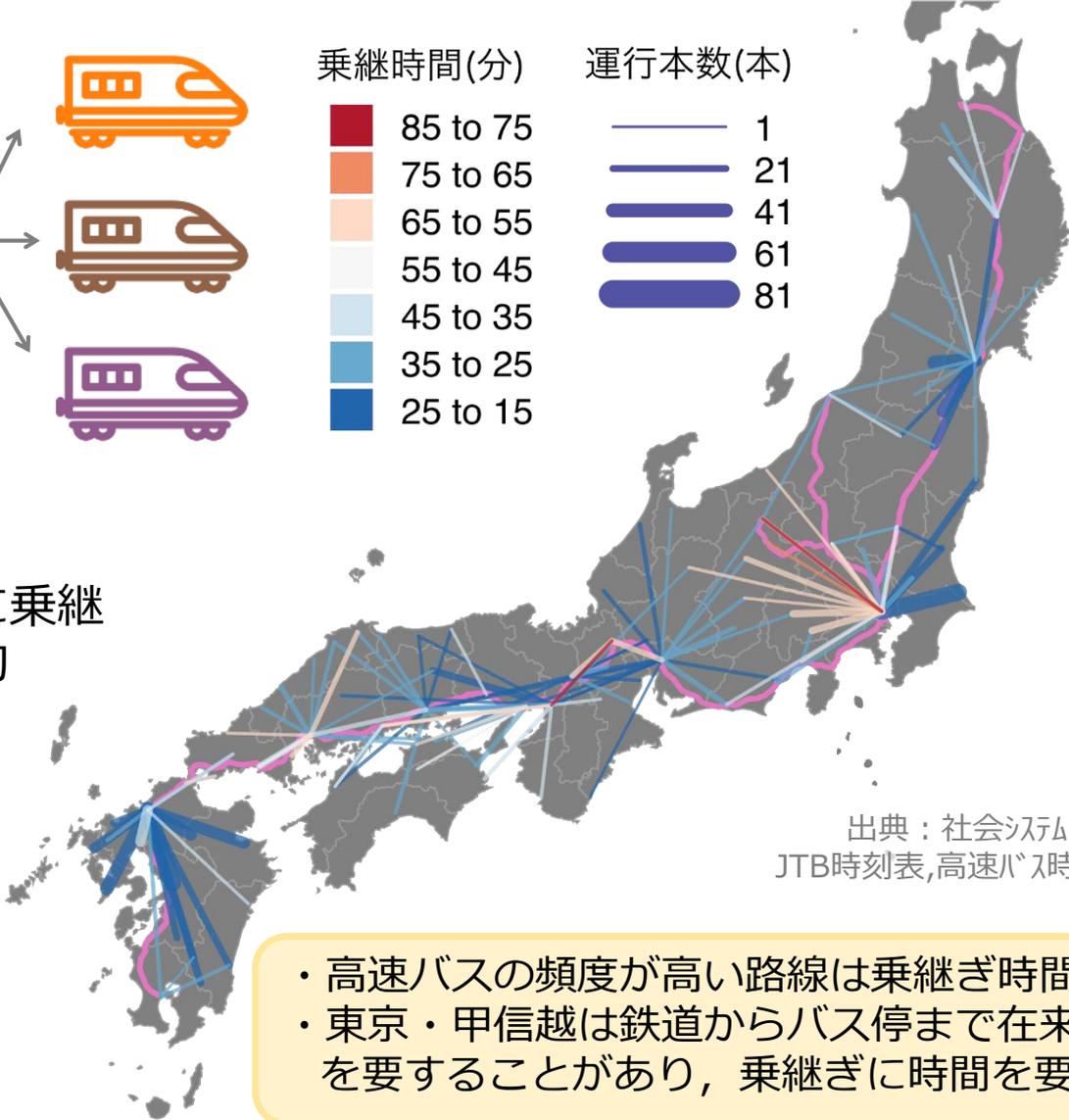
2010年の新幹線+バスの最短ルートにおける乗継ぎ時間をバスの便別に集約し乗継ぎ時間と頻度を図示

2010年の高速バスの便別の新幹線への接続時間



乗継時間(分)	運行本数(本)
85 to 75	1
75 to 65	21
65 to 55	41
55 to 45	61
45 to 35	81
35 to 25	
25 to 15	

バスの便別に乗継ぎ時間を集約

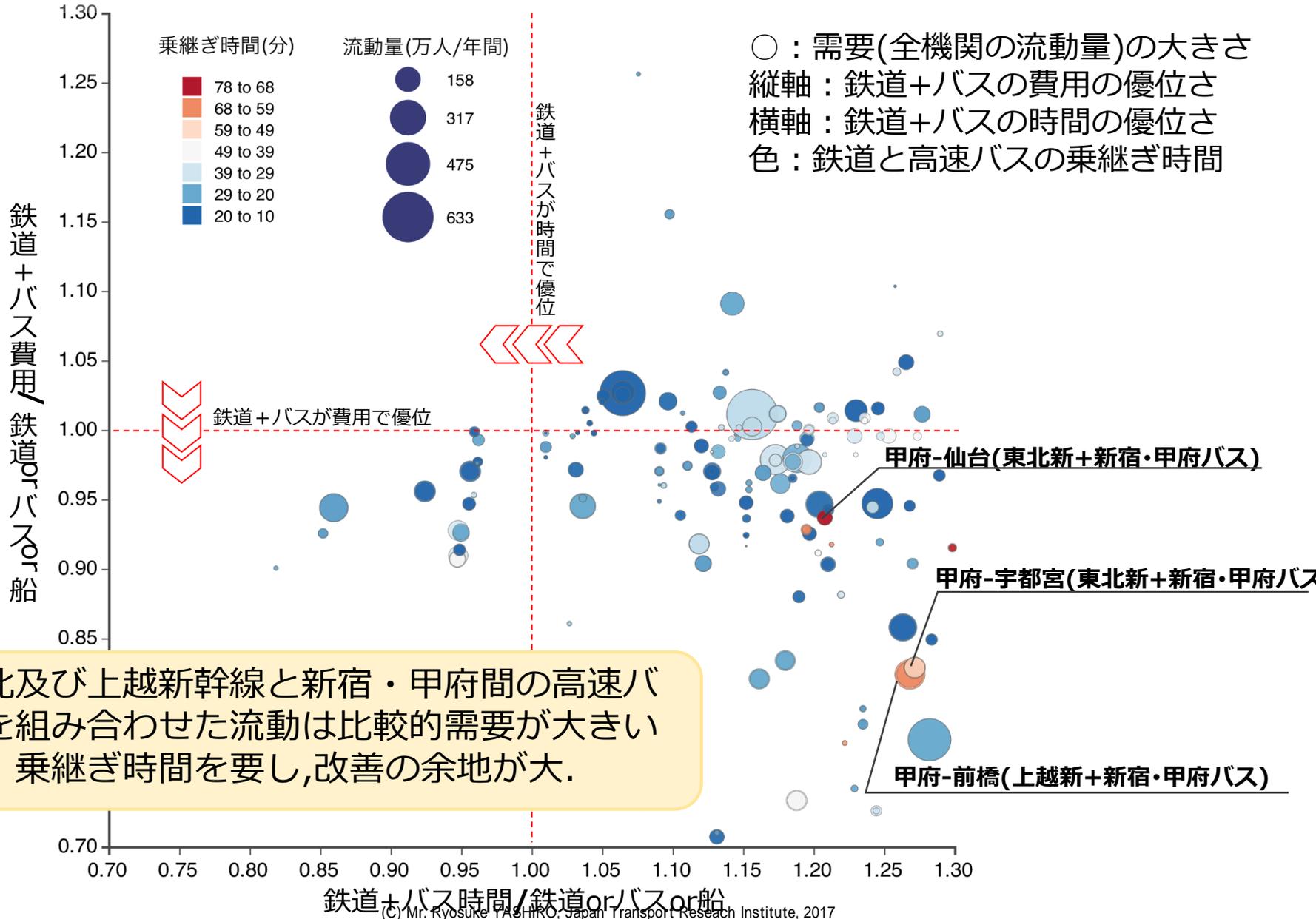


出典：社会システム ネットワークデータ, JT B時刻表, 高速バス時刻表より作成

- 高速バスの頻度が高い路線は乗継ぎ時間が短い傾向
- 東京・甲信越は鉄道からバス停まで在来線での移動を要することがあり, 乗継ぎに時間を要す

# シームレスな乗継改善の効果が期待できる流動の絞込み

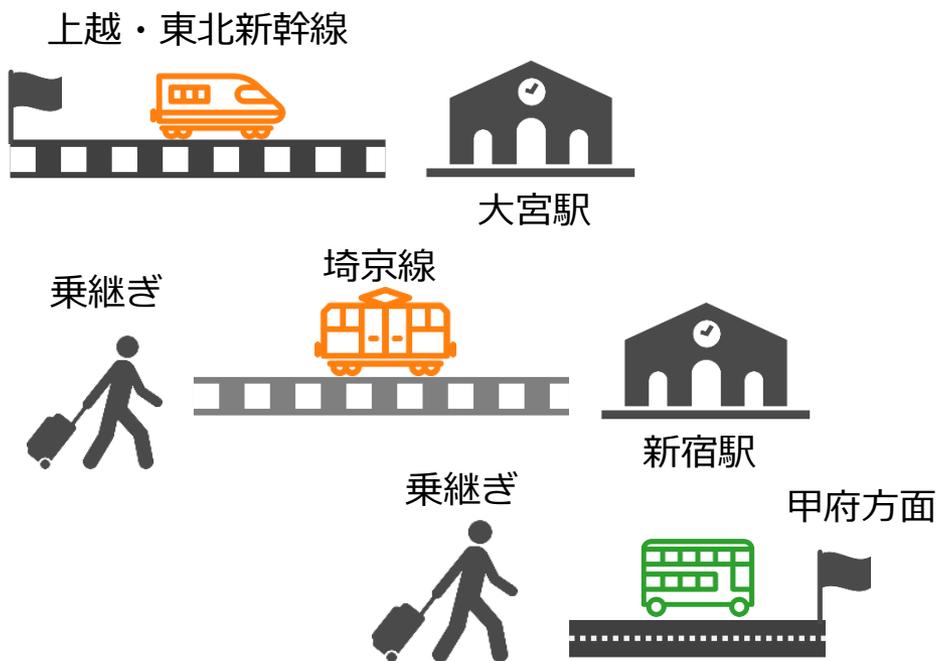
## 鉄道と高速バスのインターモーダルな流動の費用と時間を他の交通機関との比率で図示



東北及び上越新幹線と新宿・甲府間の高速バスを組み合わせた流動は比較的需要が大きいですが、乗継ぎ時間を要し、改善の余地が大。

# 新規バス路線の開設

上越・東北新幹線方面から新宿・甲府間の  
高速バスへの最短経路



在来線への乗継ぎを要するため、乗継ぎに時間を要する

埼玉県内からの需要と上越・東北新幹線からの乗継ぎ利用を期待して圏央道を利用する甲府・大宮間に新規高速バスを設定

なお、2007～09年に甲府・大宮間を結ぶ高速バスが存在

# 甲府・大宮間の新規高速バスによるシームレスな乗継ぎ改善

## 甲府・大宮間高速バス 設定LOS

所要時間：160分（大宮－甲府間）

運賃：2,300円

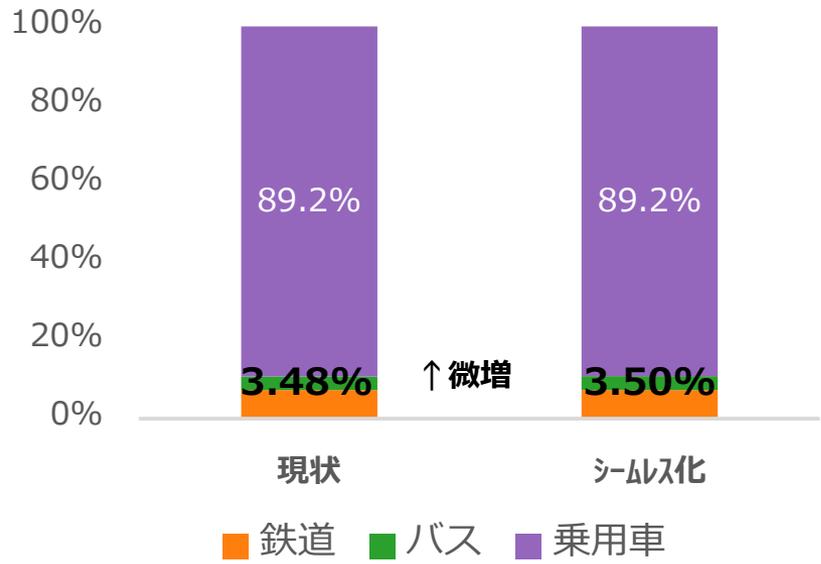
頻度：10往復

鉄道からの乗継ぎ時間：15分

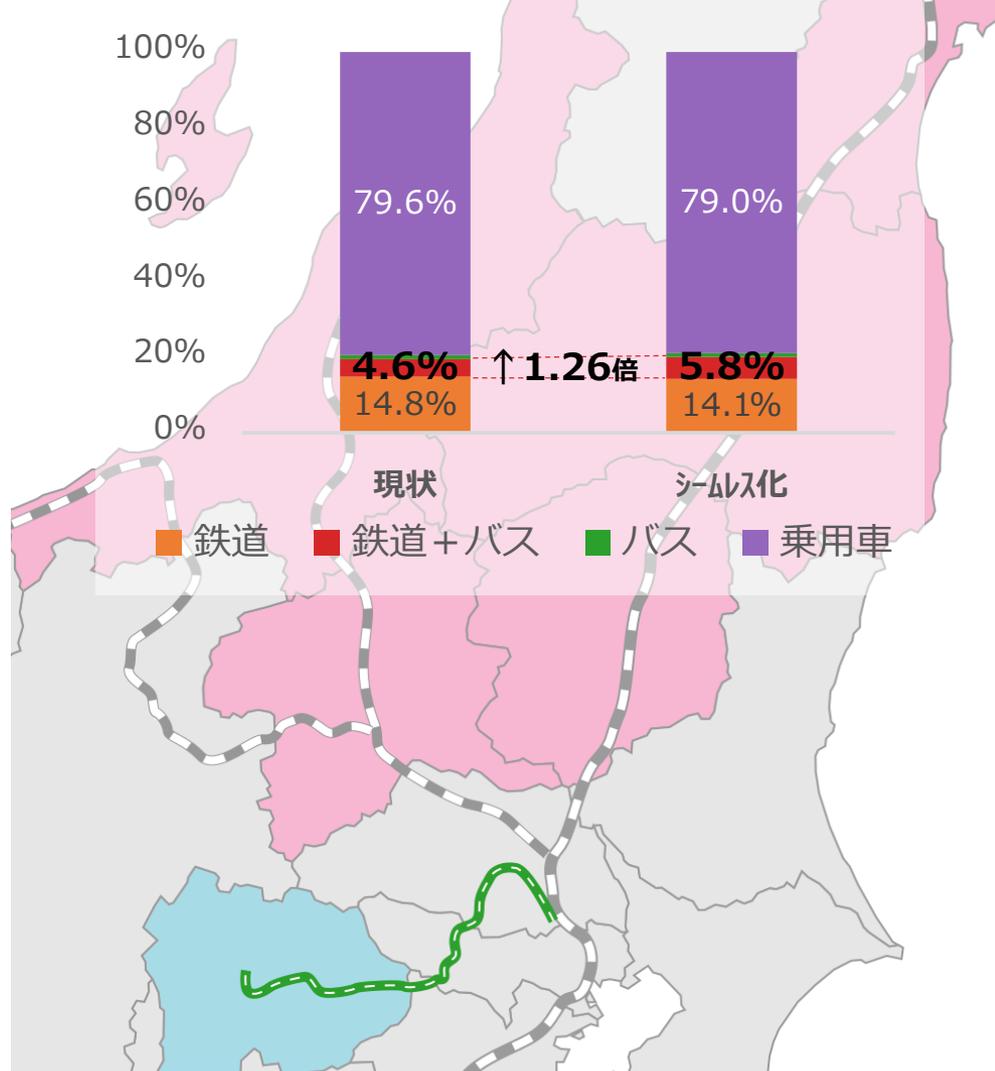


開発したモデルにより機関分担率の変化を確認

埼玉・甲府間の機関分担の変化



新潟,群馬,栃木,福島,仙台・甲府間の機関分担の変化



埼玉県内でのバスの機関分担は微増であるが、上越・東北新幹線からの乗継客を取り込むことで高速バスが成り立つ可能性がある

1. 背景と目的
2. 交通機関選択モデルの開発
3. シームレスな乗継改善の分析
  - Case 1 既存のサービス改善
  - Case 2 新規バス路線の開設
- 4. まとめ**



## 成果

- I. 鉄道と高速バスのシームレスな乗継ぎ改善を明示的に評価できる**交通機関選択モデル**を開発した。
- II. 2010年の純流動調査から、鉄道と高速バスの**流動の実態**を示した。
- III. 2010年の鉄道と高速バスの実際の時刻表データから、両機関の**乗継時間の実態**を示した。
- IV. 鉄道と高速バスの乗継実態から、シームレスな乗継ぎ改善の可能性がある区間を示し、その**改善効果を定量的**に明らかにした。

## 課題

### 交通機関選択モデル

- I. 鉄道と高速バスのインターモーダルな経路と「鉄道のみ」の経路と**経路重複**が考慮されておらず類似ルートが過大評価の恐れ。
- II. 2010年のデータを元にした発表であり、**2015年純流動調査**での分析が必要。

### シームレスな乗継ぎ施策導入

- I. 割引切符の発券や両機関の遅延時の対応など、**オペレーション**の検討が必要。

# 本手法の展開の事例

北陸新幹線の敦賀開業時において京都北部まで開業効果を広げる  
**最適な都市間の二次交通**（小浜・舞鶴・山陰線or高速道路）の検討

## 小浜線

- 1922年開業の単線の地方路線
- 輸送密度は1,133人/日（2014年度）
- 2002年に101億円をかけて電化

## 舞鶴線

- 京都・東舞鶴間は特急まいづるが運行  
（過去には小浜まで臨時特急が乗り入れ）

## 舞鶴若狭自動車道

- 2014年に小浜-敦賀間が開通し全線開業
- 小浜-京都間は高速バスが運行



ネットワークデータを提供して頂いた**社会システム株式会社**様  
ヒアリングにご協力いただきました関係者の皆様  
に厚く御礼申し上げます

ご清聴ありがとうございました。  
ご意見、アドバイスがありましたら  
アンケートに記入、もしくは  
[yashiro@jterc.or.jp](mailto:yashiro@jterc.or.jp)  
までお気軽にご連絡ください