

# LRTの最近の動向とシミュレータ

交通システム研究領域 上席研究員  
水間 毅

# 発表の内容

- 1 日本におけるLRV (Light Rail Vehicle)
- 2 日本におけるLRT (Light Rail Transit)
- 3 LRT導入評価シミュレータ
  - 3 - 1 シミュレータの機能
  - 3 - 2 計算例
- 4 まとめ
- 5 今後の課題

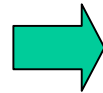
# 1. 日本におけるLRV

**(1) LRVの定義**: 低床、高性能、デザイン性

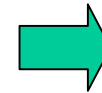
**(2) LRVの発展**: 部分低床から100%低床へ  
輸入から国産へ



熊本市:1997  
(ドイツ)



鹿児島市:2002  
(国産・部分低床)



広島電鉄:2005  
(国産・100%低床)

# 日本におけるLRV導入一覧

事業者	愛称	運行開始年	製作形態	車体の特徴	特徴
熊本市交通局	9700形	1997年8月	ドイツ・アドランツ (新潟鉄工)	2車体連接2台車	日本初の超低床式 車両、全長18.5m
広島電鉄	グリーン ムーバー	1999年6月	ドイツ・シーメンス	5車体連接3台車、フ ローティング車体	全長30.5m
	グリーン ムーバー MAX	2005年3月	国産(近畿車輛 + 三 菱重工)	6車体連接3台車、フ ローティング車体	国産初の100%低床 式車両
鹿児島市交通局	ユートラム	2002年1月	国産・アルナ工機	3車体連接2台車	初の国産超低床式車両
伊予鉄道	2100形	2002年3月	国産・アルナ工機	1車体(2軸ボギー)台車	単車・狭軌の超低床式車両
土佐電気鉄道	ハートラム	2002年4月	国産・アルナ工機	3車体連接3台車、 車輪径	全長17.5m
岡山電気軌道	MOMO	2002年7月	ドイツ・ボンバルディア(新 潟トランス + 三菱電機)	2車体連接2台車	狭軌で世界初の2車 体2台車
万葉線	MLRV100 0形	2004年1月	ドイツ・ボンバルディア(新 潟トランス + 三菱電機)	2車体連接2台車	第3セクターによる 運営
長崎電気軌道	3000形	2004年3月	国産・アルナ車両	3車体連接2台車	台車上部の床高さ480mm
富山ライトレール	ポートラム	2006年4月	ドイツ・ボンバルディア(新 潟トランス + 三菱電機)	2車体連接2台車	日本初のLRT

### (3) LRVの今後の展開

#### ・架線レストラム(地中集電、バッテリー)

景観、都心部の制約に対応



#### ・ゴムタイヤトラム(バイモーダルの可能性)

トロリーバス的な  
走行が可能



軌道部は1本  
レール・車輪に  
よる案内



TVR: ナンシー

トランスロール: クレルモンフェランetc

## (4)交通研の取り組み

### ・安全性評価(熊本、トランスロール)

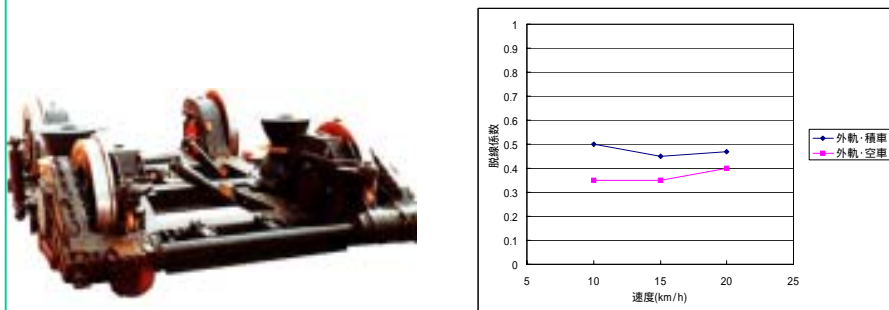
### ・熊本市交通局

#### (特徴的な試験の実施)

#### 特殊な台車構造

(独立回転車輪、車体の中央に1台車)

#### 曲線通過時の走行安全性

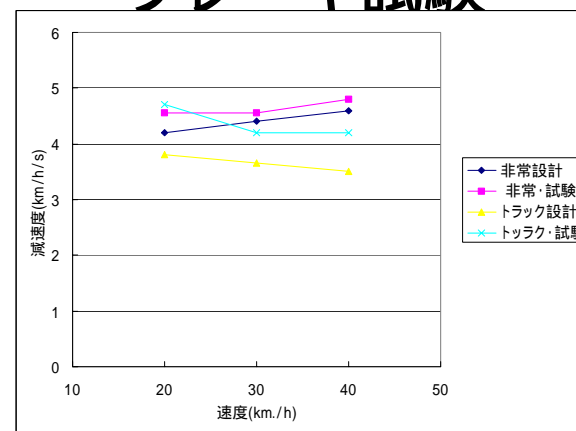


車上、地上側から脱線係数を測定

#### 特殊なブレーキシステム

(動軸のみ作用、トラックブレーキ使用)

#### ブレーキ試験



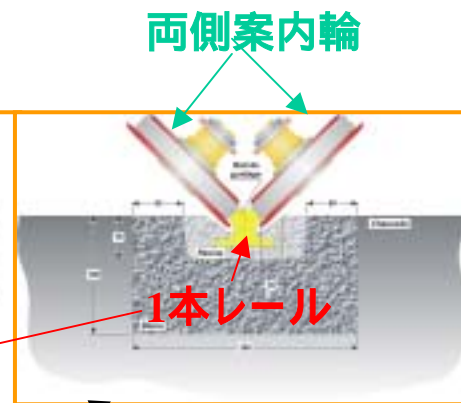
線路、荷重条件により減速度を測定

# トランスロール



## (特徴)

- ・一本レールと両側案内輪による案内
- ・ゴムタイヤによる支持、駆動

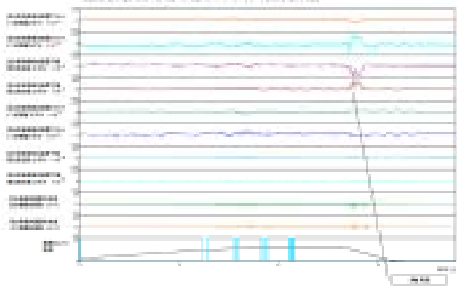


## (試験)

- ・案内装置の安全性
- ・一本レール走行の安全性
- ・ブレーキの安全性



分岐部での車椅子走行例



滑走時の案内装置の歪み測定例

## ブレーキ異常時における対応確認例

	30km/h 力行	30km/h だ行	30km/h ブレーキ	設計動作
(1) ブレーキタンク異常時(先頭車)				警告音+メッセージ、35km/h制限 自動的にブレーキ動作
(1) ブレーキタンク異常時(中間車)				同上 自動的にブレーキ動作
(1) エア-サスペンション用タンク異常時				故障情報のみ 運転継続
(1) コンプレッサ1系フェイル時				警告音+メッセージ、35km/h制限 運転継続
(1) コンプレッサ2系フェイル時				同上 運転継続後自動的にブレーキ
(2) ブレーキ指令異常時				同上 自動的にブレーキ動作
(2) EBS(応荷重制御等)2系故障時				警告音+メッセージ、35km/h制限 運転継続
(2) UCD(電気ブレーキ用制御系)故障時				警告音+メッセージ、35km/h制限 運転継続

## 2. 日本におけるLRT

### (1) LRTの定義: LRVを中心とした街作り

トランジットモール、パークアンドライドによる人と  
公共交通機関の共生  
優先信号等によるLRV走行優先



公共交通優先システムの街作り  
(カールスルーエ市)



トランジットモール例  
(ストラスブール市)



パークアンドライド例  
(ナンシー市)



## (2) LRTの発展:ヨーロッパを中心に展開

(フランス)新しいLRVシステムを導入して展開

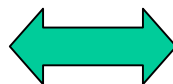
- ・新線建設:パリ、ストラスブール等
- ・ゴムタイヤ:ナンシー、クレルモンフェラン
- ・新方式(架線レス):ボルドー

(ドイツ)従来の路面電車を再構成して展開

- ・在来鉄道との乗入:カールスルーエ



路面電車としてのLRV



鉄道としてのLRV

### (3) 日本におけるLRT:

(新しい路線による街作り)

富山ライトレール(2006年4月開業)

路面電車と鉄道の結節



手前が鉄道、奥が駅  
(奥田中学校前駅)

(既存の路線の改良)

豊橋電気軌道

鉄道駅まで延伸



センターポール化と駅との結節

## (4) 交通研の取り組み

### ・安全性評価(富山ライトレール)

(特徴的な試験の実施)

特殊な台車構造での鉄・軌道走行

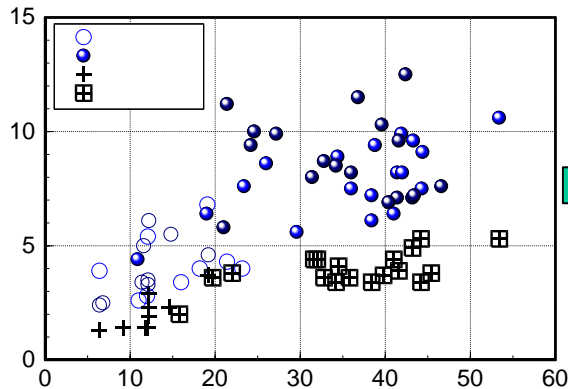
新しい信号システム(軌道)

(独立回転車輪、車体の中央に1台車)

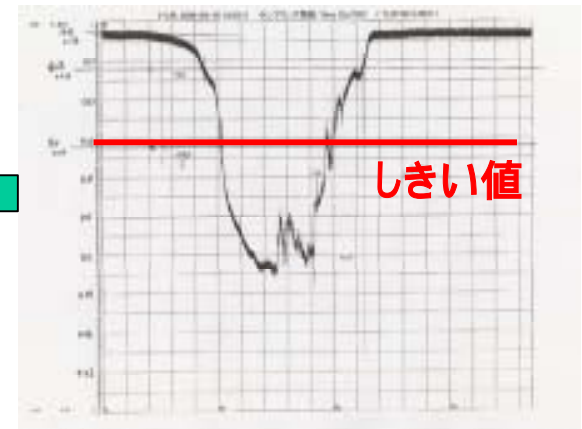
(無絶縁軌道回路を利用した列車検知)

軌道区間、鉄道区間の走行安全性

列車検知機能の信頼性



安全上大きな問題は  
見られなかったものの、  
鉄道・軌道の両方を  
走行するので今後も  
注意が必要



軸箱振動加速度測定例

受信電圧測定例

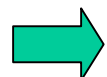
## (5) 日本におけるLRTの課題

### (1) 新しい路線の建設への課題

- ・自動車道路との関係(車線数、道路幅、停留所)
- ・道路渋滞との関係(渋滞の拡大)
- ・エネルギー、環境への意識が低い
- ・採算性

### (2) 既存の路線への課題

- ・交通信号機制御との関係(渋滞の拡大)
- ・都市計画との関係(道路拡幅等)
- ・効果が不透明(トランジットモール、パークアンドライド)



交通研でLRT導入評価シミュレータを開発

# 3 . LRT導入評価シミュレータ

## 3 - 1 : シミュレータの機能

- ・地図上にLRT路線を設定
- ・交通信号機に従い、LRT、自動車が走行
- ・走行に合わせ、消費エネルギー、CO<sub>2</sub>排出量を計算
- ・走行時間、交差点での渋滞長の計算が可能

## 3 - 2 : 計算例

- ・京都市にLRT路線を設定した場合の効果を計算
- ・トランジットモール、パークアンドライドの効果を計算

# 3 - 1 : シミュレータの機能

## (特徴)

- 1. 地図上に作成
- 2. LRV、車両性能を道路

## (機能)

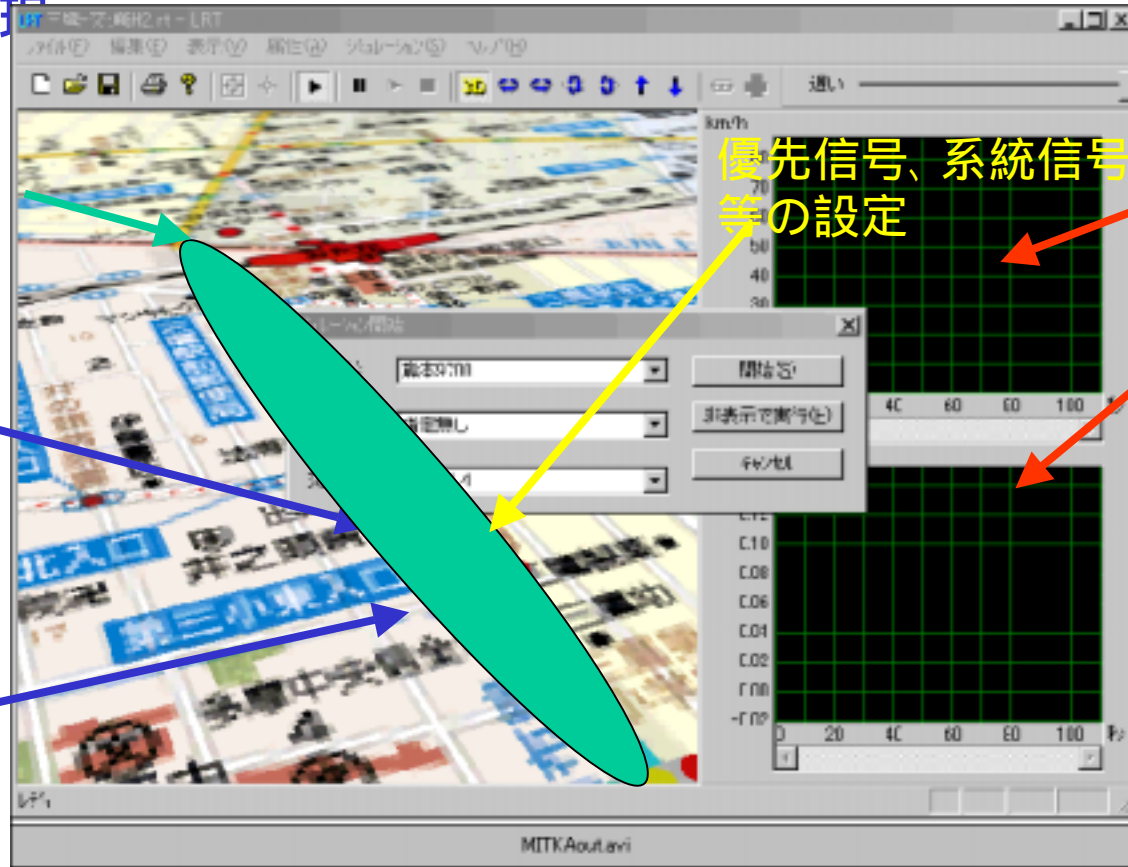
- 1. 交通信号機に従って走行 (LRV、自動車、バス)
- 2. エネルギー消費量等をリアルタイムに算出
- 3. CO<sub>2</sub>排出量削減効果を計算

上に忠実に再現

当該路線上の  
CO<sub>2</sub>削減量の計算

交通信号機  
により走行  
(自動車、LRV)

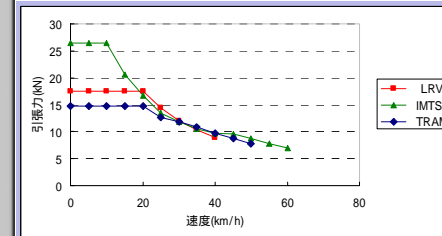
交差点での  
滞留を模擬



優先信号、系統信号  
等の設定

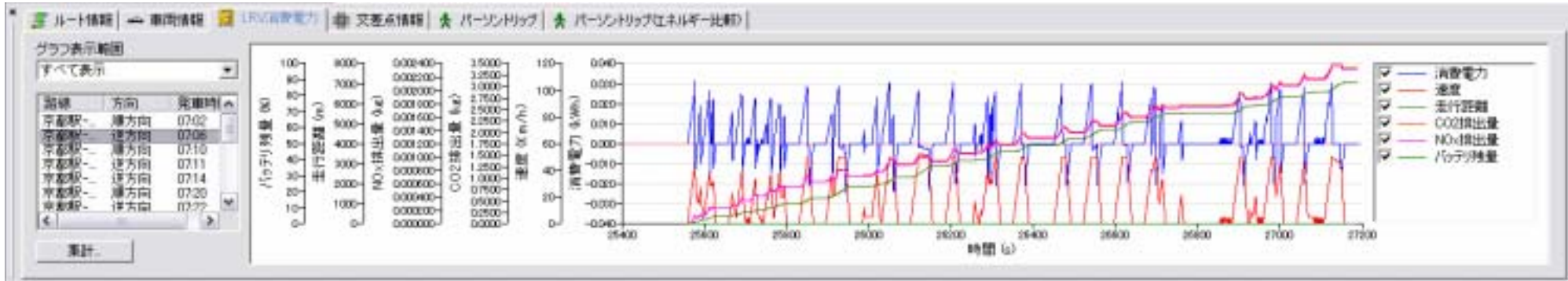
時間 - 速度  
を計算

エネルギー  
消費量を計算

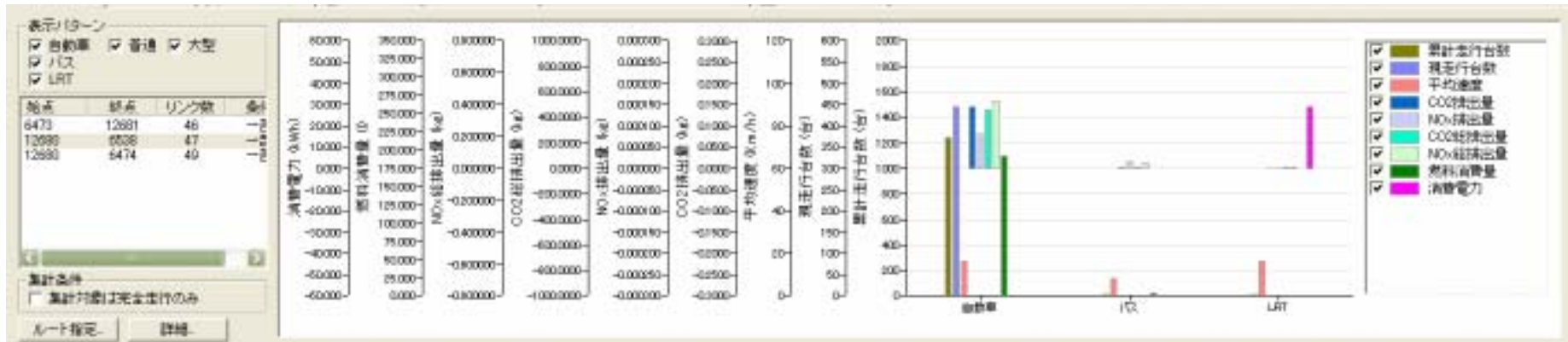


車両性能、曲線通  
過速度等を設定

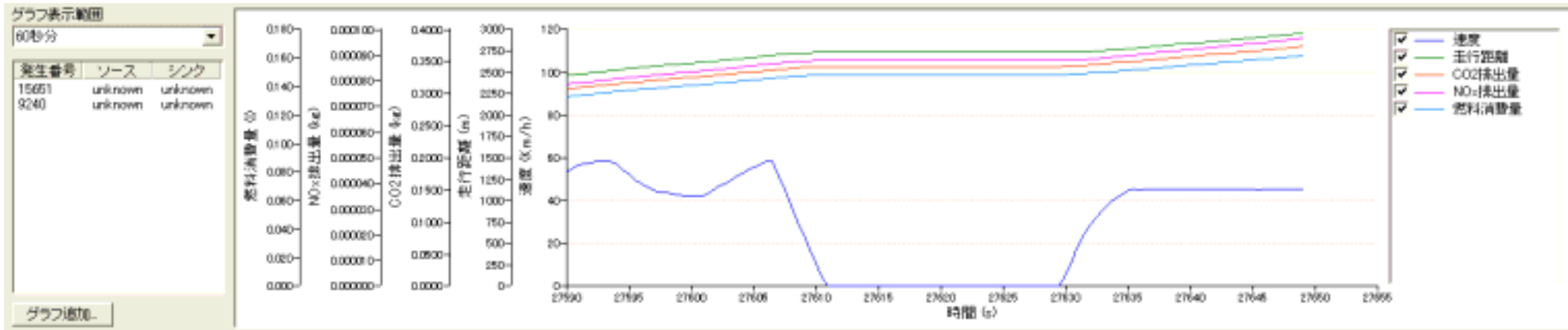
# シミュレーション出力例



LRV走行データ出力例(消費電力、CO2排出量、走行時間)



自動車累計走行データ出力例(消費電力、CO2排出量、平均速度)

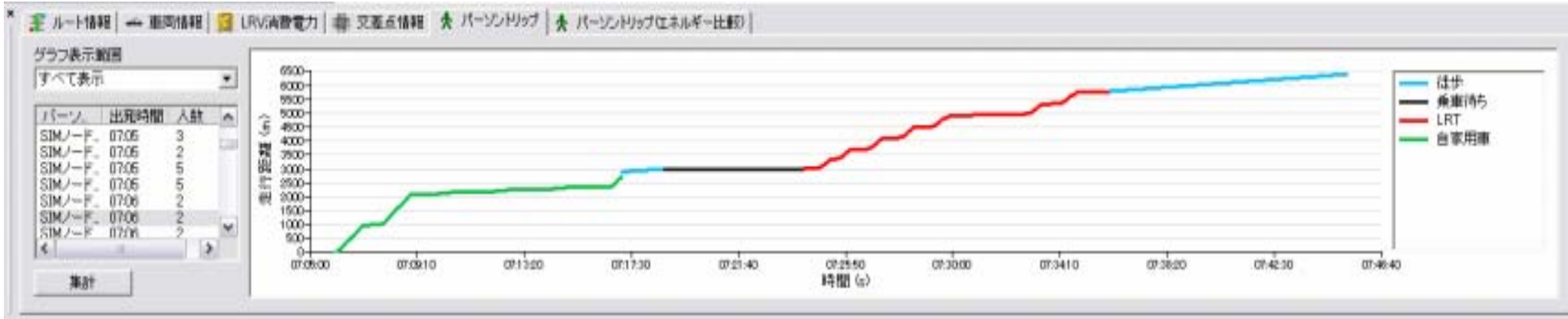


## 自動車走行データ出力例 (消費電力、CO<sub>2</sub>排出量、走行時間)

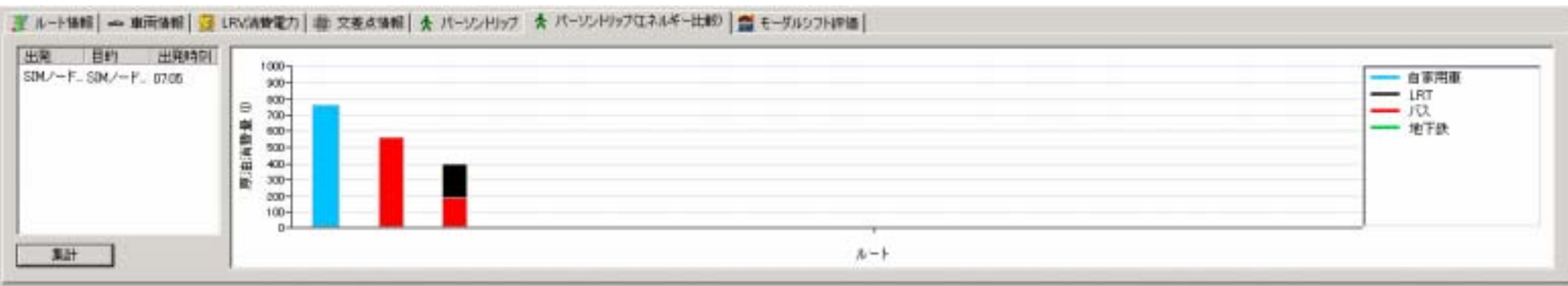


## 交差点における自動車滞留長計算例

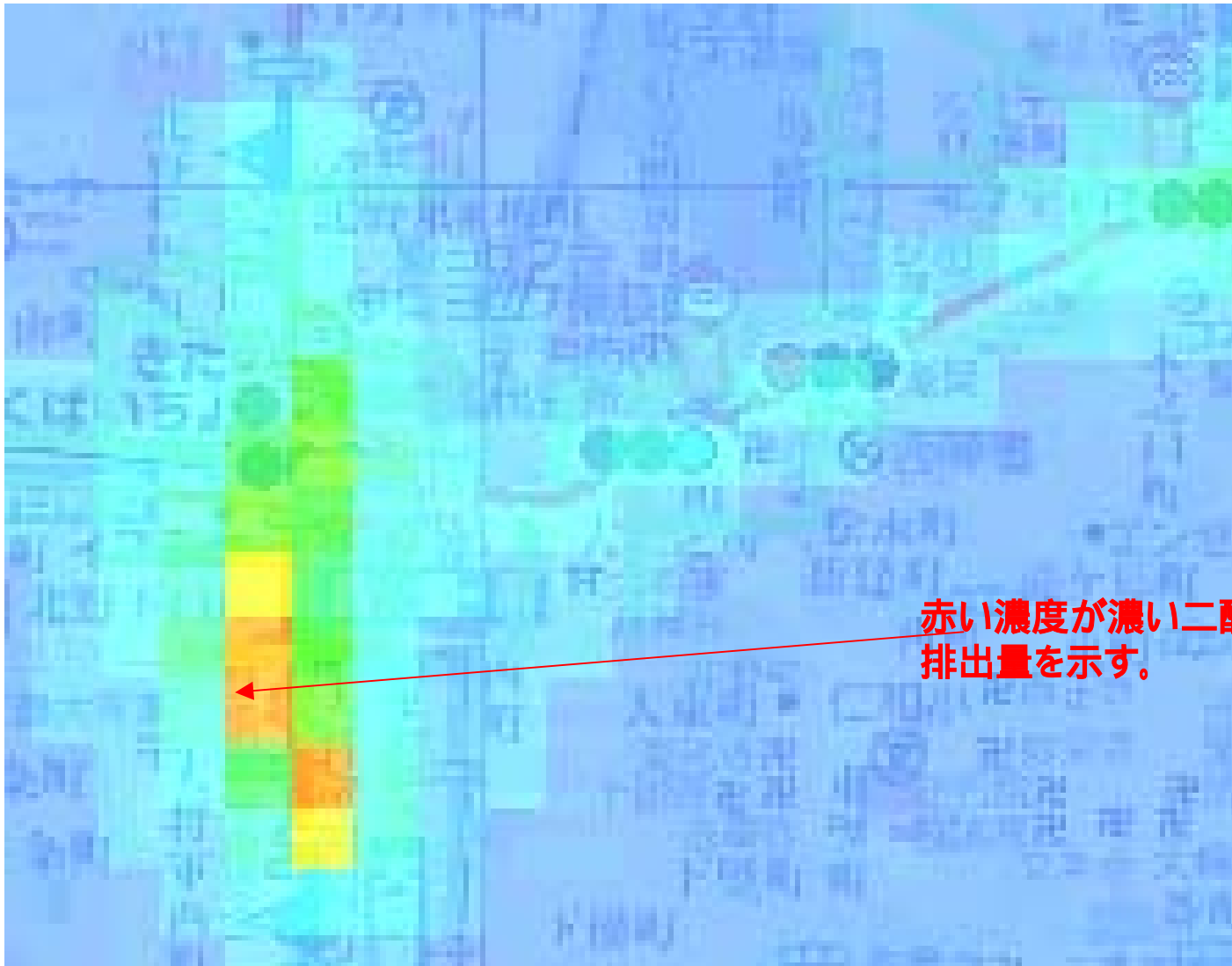




## 指定区間移動時間計算例 (各移動手段乗り継ぎ)



## 各移動手段ごとの燃料消費量計算例 (原油換算)



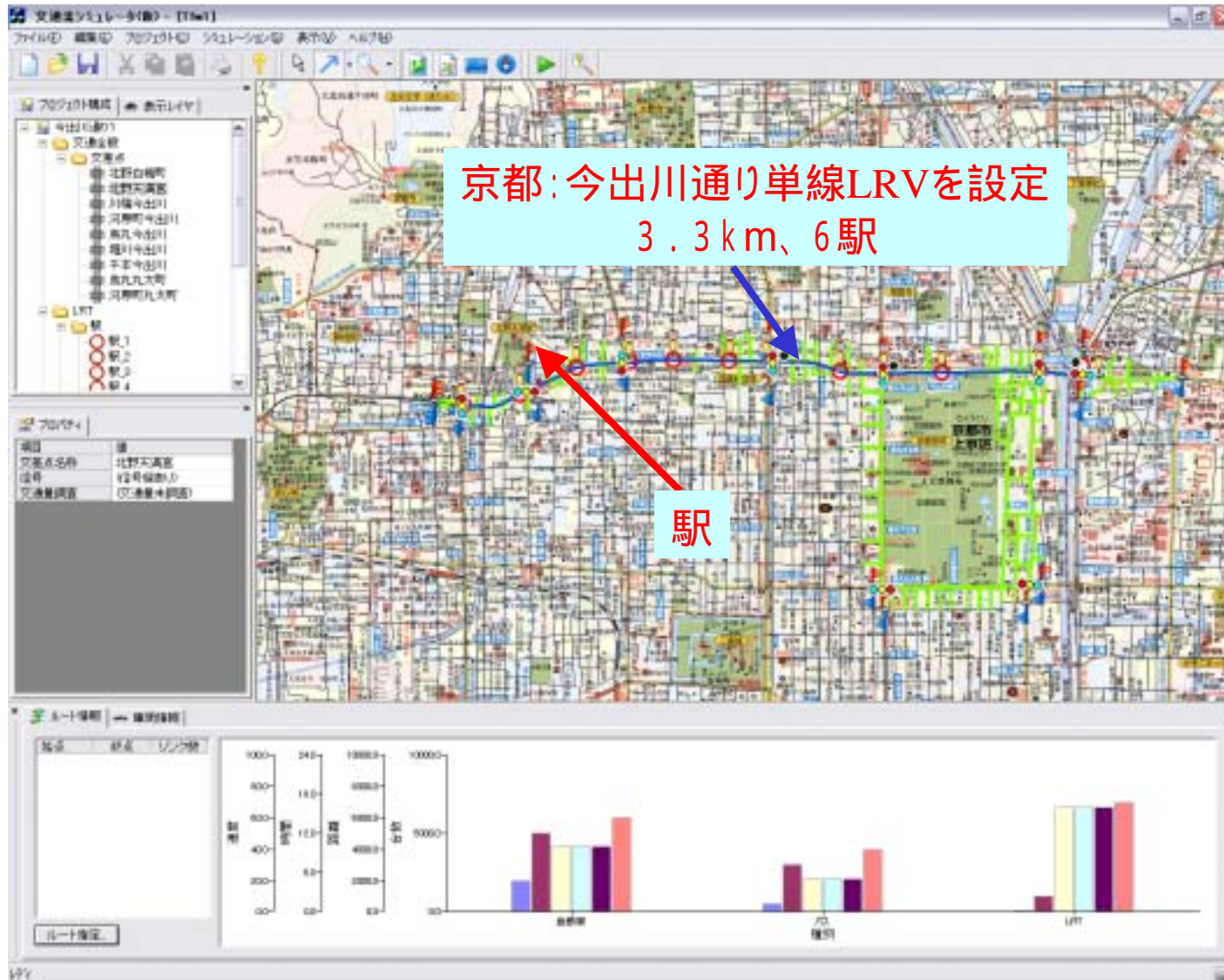
赤い濃度が濃い二酸化炭素  
排出量を示す。

## 各メッシュごとのCO<sub>2</sub>,NO<sub>x</sub>濃度計算例(リアルタイム)

# 3 - 2 : 計算例

路線設定

結果出力



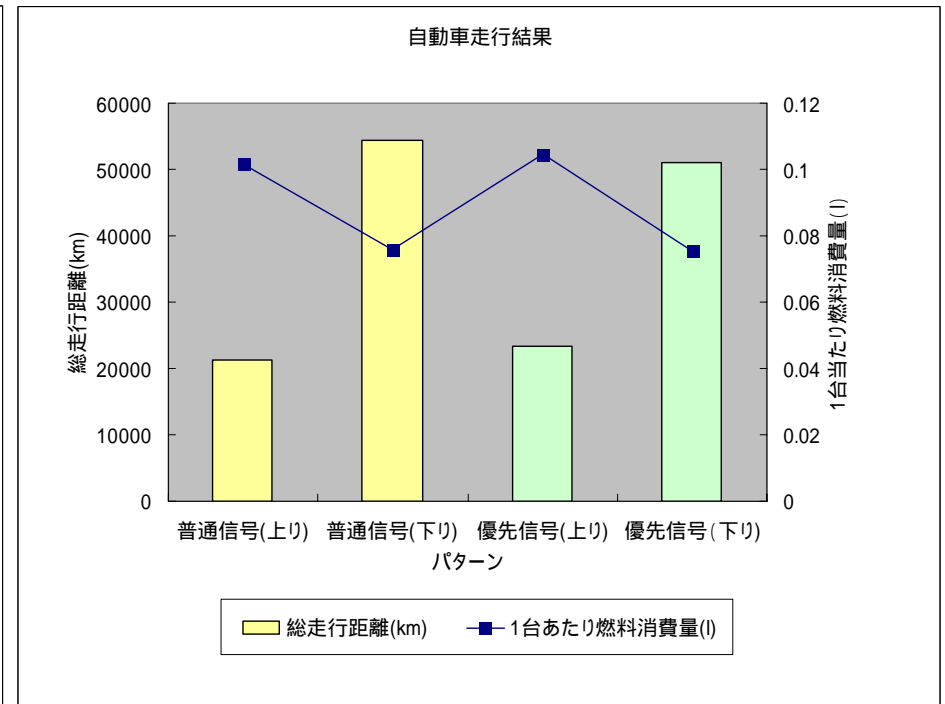
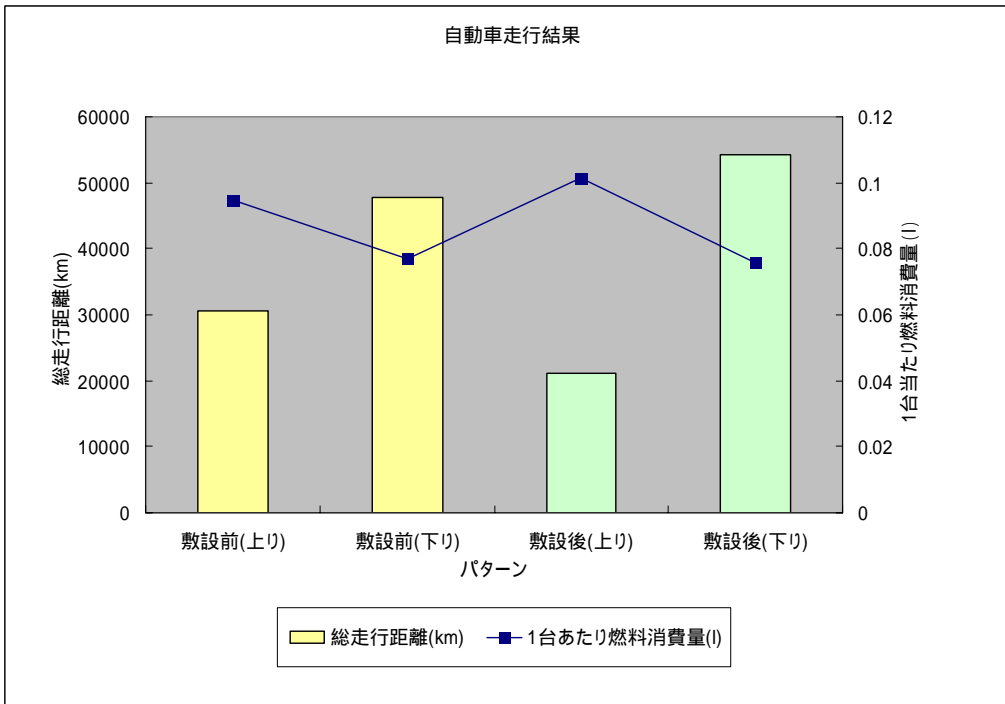
# シミュレーション実施例



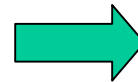
# シミュレーション計算結果例(エネルギー、優先信号)

## LRT導入による自動車の燃費変化計算例

## 優先信号による自動車の燃費変化計算例



LRT敷設後の自動車の  
燃料消費量の比較

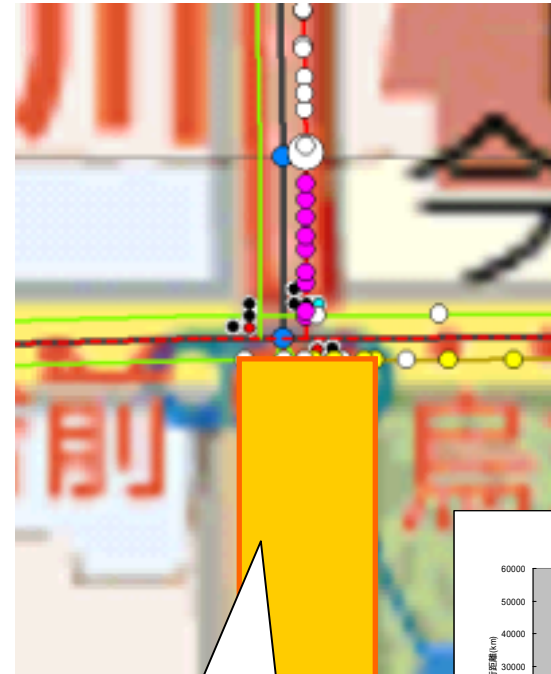


LRT敷設後優先信号導入時の  
自動車の燃料消費量の比較

# シミュレーション計算結果例(トランジットモールの影響)

トランジットモール設置前の鳥丸今出川交差点

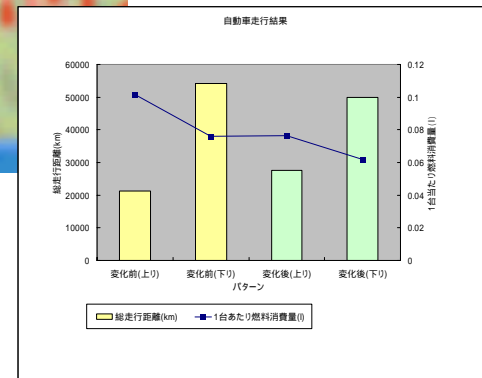
トランジットモール設置後の鳥丸今出川交差点



鳥丸通りを  
トランジットモールに設定

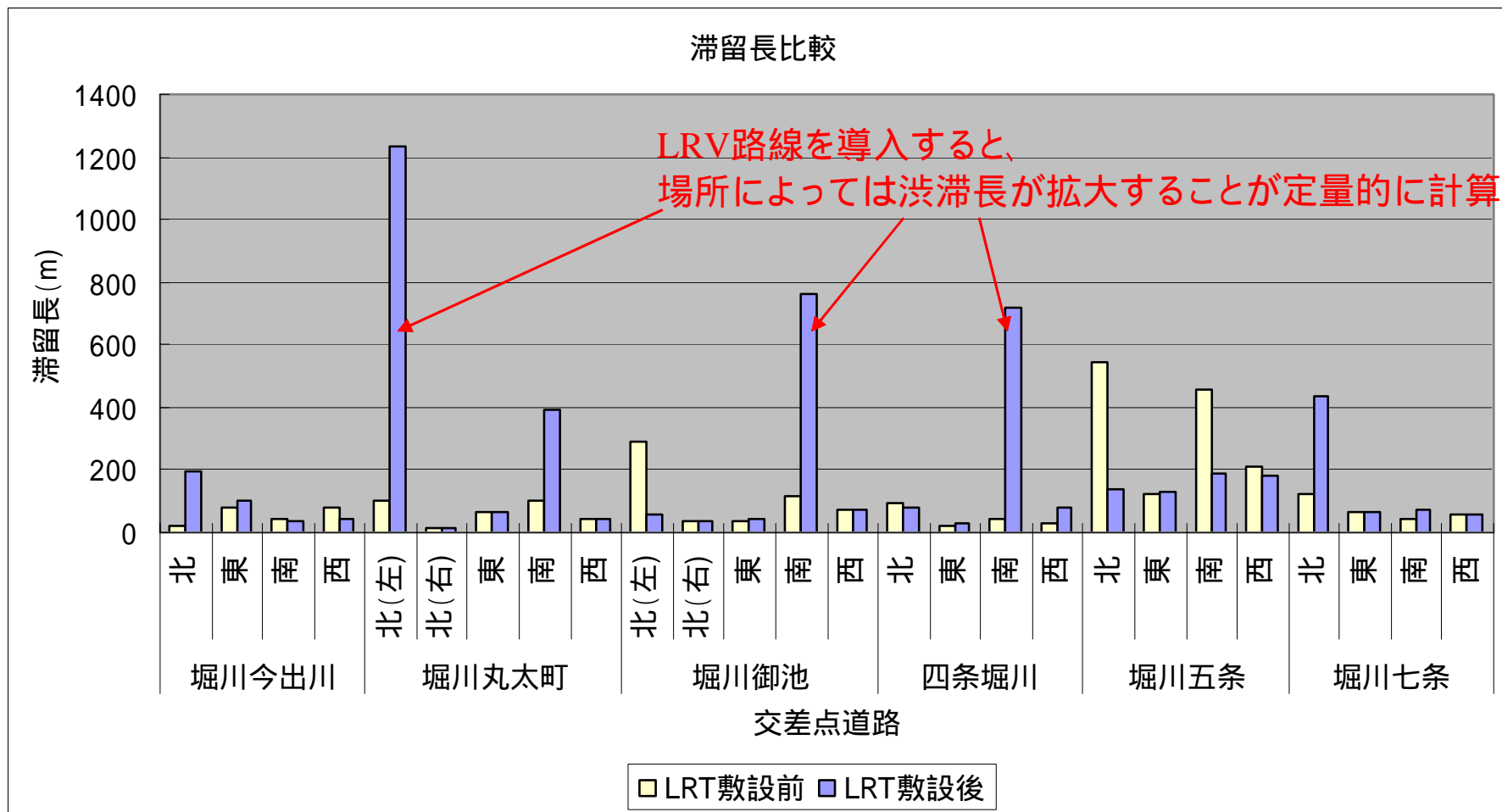


トランジットモール  
車両は進入しない



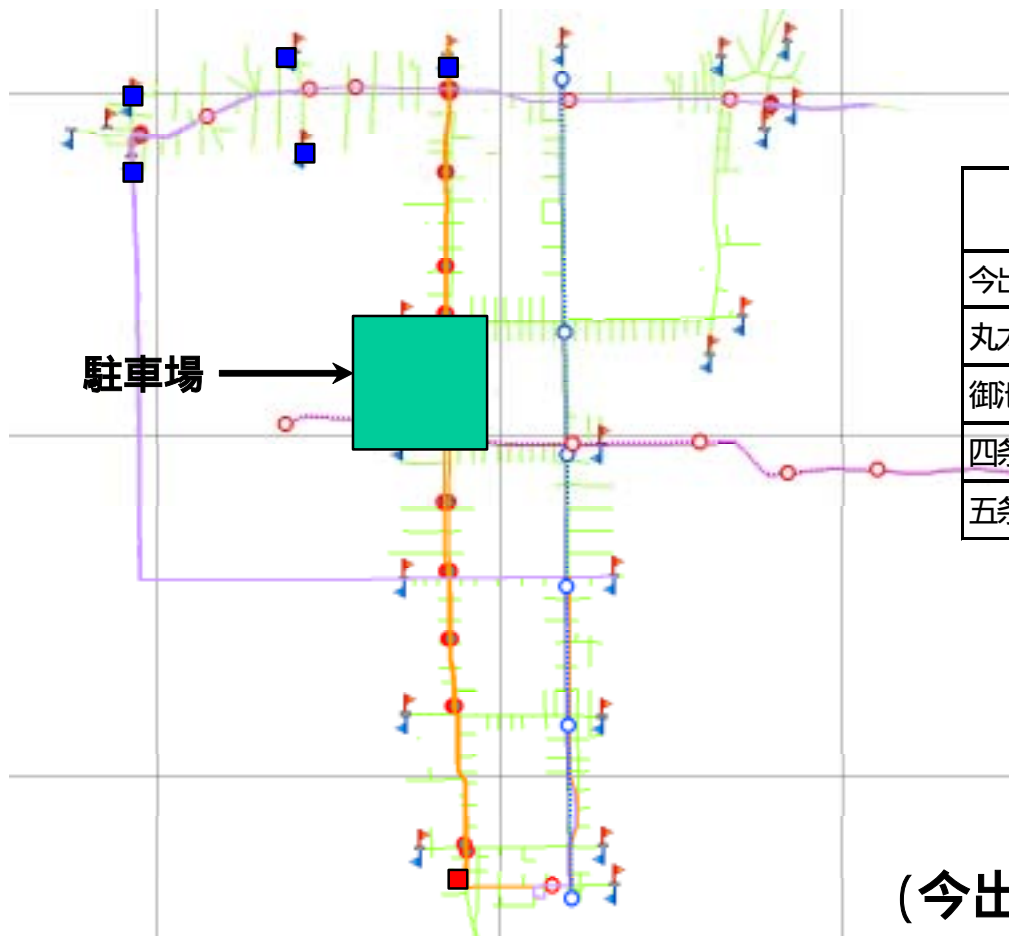
トランジットモールによる  
自動車燃費等の変化

# シミュレーション計算結果例(渋滞長の変化)



(堀川通りにLRVを設定した場合)

# シミュレーション計算結果例(パークアンドライドの影響)



走行属性リンク別一覧

交差点名	距離(m)	平均速度 (km/h)	CO2排出量 (kg)	燃料消費量 (?)	燃費 (km/?)
今出川 丸太町	1,376	4.7	449.76	191.84	7.7
丸太町 御池	712	30.14	94.28	40.03	15.0
御池 四条	809	41.53	125.3	53.4	12.4
四条 五条	804	41.34	126.27	53.9	12.7
五条 七条	798	28.99	118.83	50.45	12.1

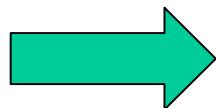
現状年間CO2排出量 = 4,793t  
 = 3,712t  
 差し引き 1,081tのCO2削減効果がある。

(今出川通と堀川通りにLRVを設定した場合)



## シミュレーションにより期待される効果

- ・地図上にLRT路線を設定し、交通信号機に従い、LRT、自動車が走行するため、LRT導入による自動車交通の変化が、より**定量的に解析可能**
- ・LRV、自動車、バス走行に従って、エネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出量を計算するので、**環境への影響**がより詳細に解析可能



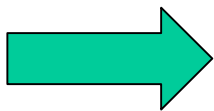
- ・新たにLRT路線を設定する場合の、**環境変化、自動車への影響**が詳細に解析できる
- ・現状の路面電車路線を改良する場合でもその効果を**定量的に解析できる**

## 4. まとめ

- ヨーロッパで開発されたLRVが日本でも製作可能となった
- ヨーロッパで発展しているLRTは、まだ日本では端緒に付いたばかりである(富ライトレールの成果に期待)
- 日本にLRTを導入するためには、道路交通との関係を明確に示す必要がある
- 交通研で開発したLRT導入評価シミュレータにより、エネルギー、環境、道路交通への影響が定量的に計算可能となった
- 京都へLRTを導入した場合の効果を計算し、その効果を確認した

## 5. 今後の課題

- 日本におけるLRT導入の機運を高める啓蒙策が必要(2006年10月にLRT国際ワークショップを開催)
- LRT導入の効果を示すツールを用いた、定量的なアセスメントを実施することが必要



本シミュレータが、そのための重要なツールとなるよう、より改良を進める