

# ITSを活用した公共交通の利便性 向上に関する取組

山口 大助  
交通システム研究部

# 講演内容

1. ITSとは
2. 交通システム研究部が取り組むITSの研究
  - ・ V2V? ではなくて, V2L!
  - ・ V2Iだけでなく, L2Iも
  - ・ V2Lの応用
  - ・ V2T??
3. 今後の展開

# ITSとは

## Intelligent Transport Systems 高度道路交通システム

情報通信技術等を用いて, 「人」, 「道路」, 「クルマ」を一体のシステムとして構築することで, 事故や渋滞, 環境問題などの交通が抱える様々な課題を解決するシステム

### ITSの代表的な事例



カーナビゲーションシステム



ETC



隊列走行

# ITSとは

「情報通信技術等を用いて…」 ⇒ 通信相手がいる

# X 2 Y

2 : To

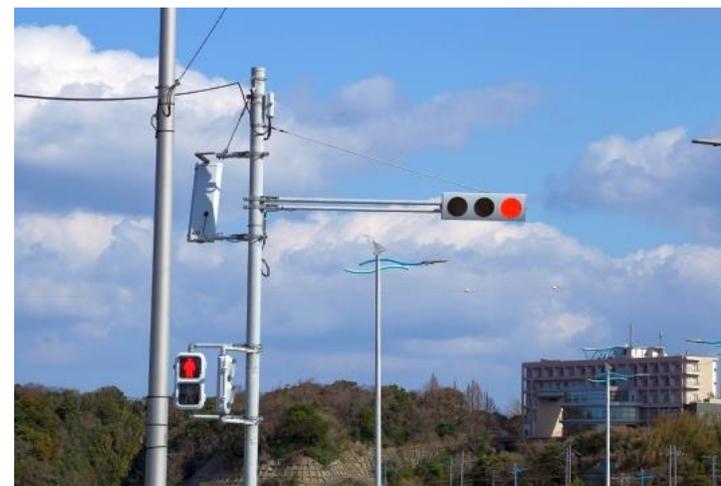
XやYに入るもの



自動車(Vehicle)



歩行者(Pedestrian)



インフラ(Infrastructure)

# ITSとは

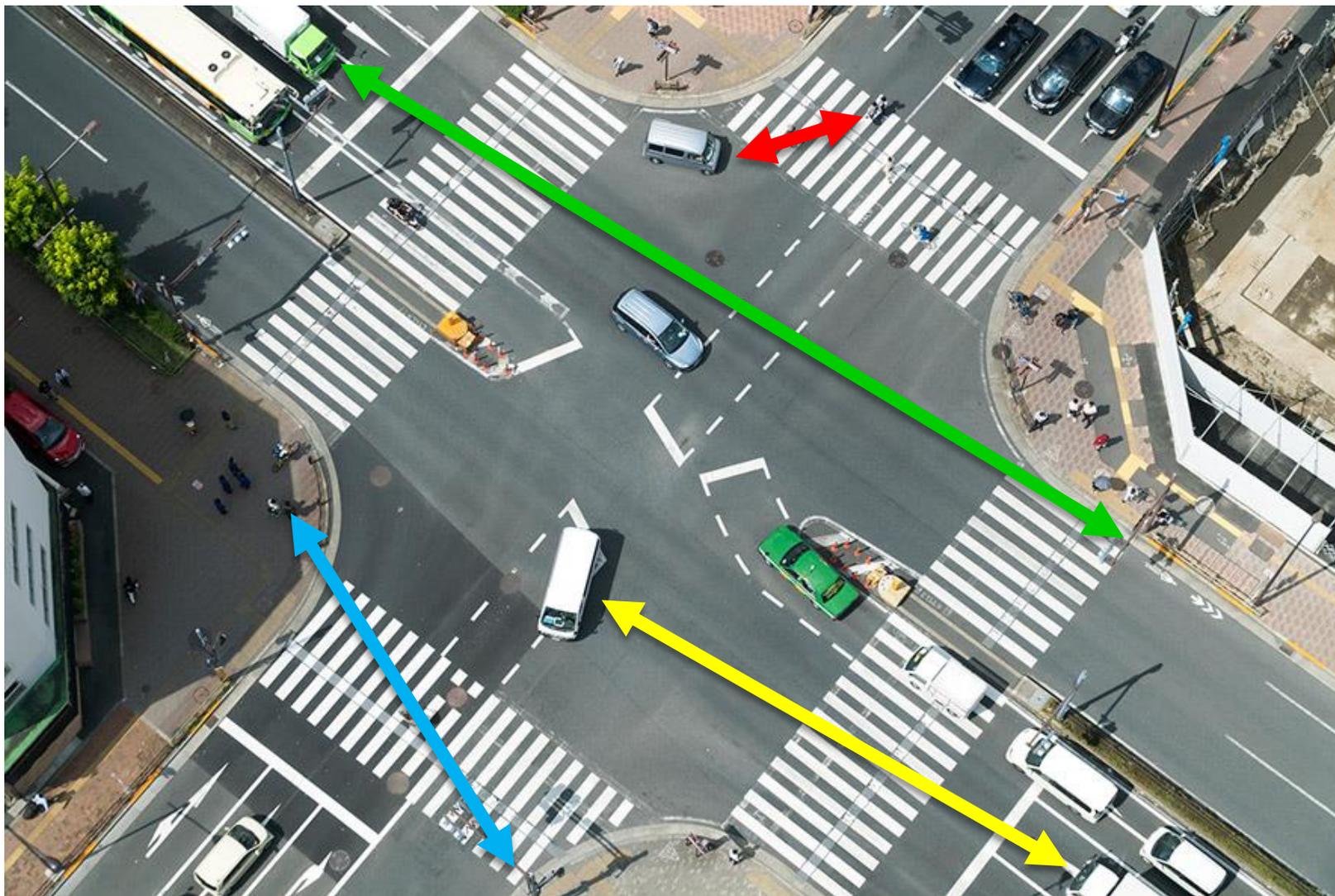
# X 2 Y

V 2 V

V 2 P

V 2 I

P 2 I



# ITSの対象は…

ITSの対象は「クルマ」, 「人」, 「道路」だけではないのでは??



# 交通システム研究部が取り組むITSの研究

路面電車も対象に含めて、情報通信技術等を用いて交通が抱える課題を解決するシステムの検討・構築・評価



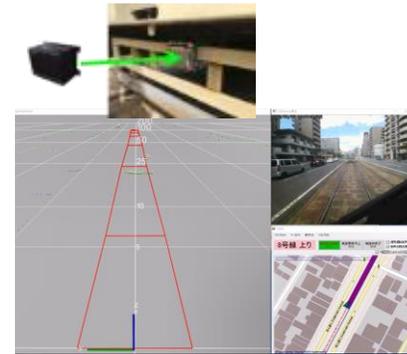
2013年10月  
ITS世界会議  
デモンストレーション  
@広島

ひろしまサンドボックス  
(2018~2020)



- 安全運転支援
  - ・信号情報支援機能
- 公共交通優先信号情報提供
  - ・制御機能(PTPS)
- 電停共有支援機能

広島ITS共同研究  
(2017~2024予定)



通信利用型システムと  
自律検知型システムを  
統合

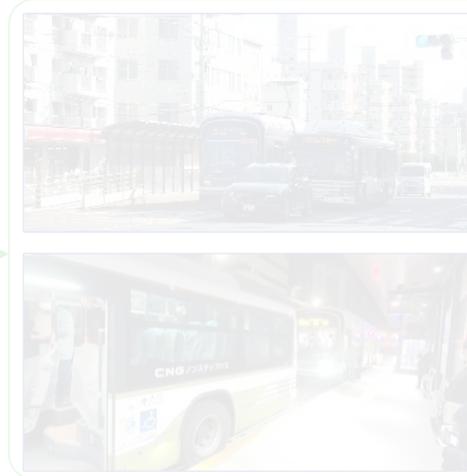
# 交通システム研究部が取り組むITSの研究

路面電車も対象に含めて、情報通信技術等を用いて交通が抱える課題を解決するシステムの検討・構築・評価



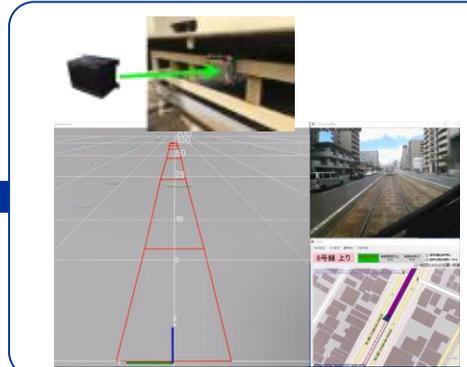
2013年10月  
ITS世界会議  
デモンストレーション  
@広島

ひろしまサンドボックス  
(2018~2020)



- 安全運転支援
  - ・信号情報支援機能
- 公共交通優先信号情報提供
  - ・制御機能(PTPS)
- 電停共有支援機能

広島ITS共同研究  
(2017~2024予定)



通信利用型システムと  
自律検知型システムを  
統合

# V2V?ではなくて, V2L!

Lとは・・・

## LRT (Light Rail Transit)



自動車と路面電車は道路を共有して走行することから  
自動車との事故が多く, 事故の半数以上が交差点に  
おいて発生



# V2V? ではなくて, V2L!

**ITS(高度道路交通システム)技術を応用した安全性向上への取り組み**  
路面電車と自動車の双方の安全性を高めるために, ITSの技術を活用し, 双方へ安全  
運転支援の情報を提供するシステムを構築(車車間通信<V2L>システム)



2013年10月  
ITS世界会議デモンストレーション  
@広島の実施

# V2V?ではなくて, V2L!

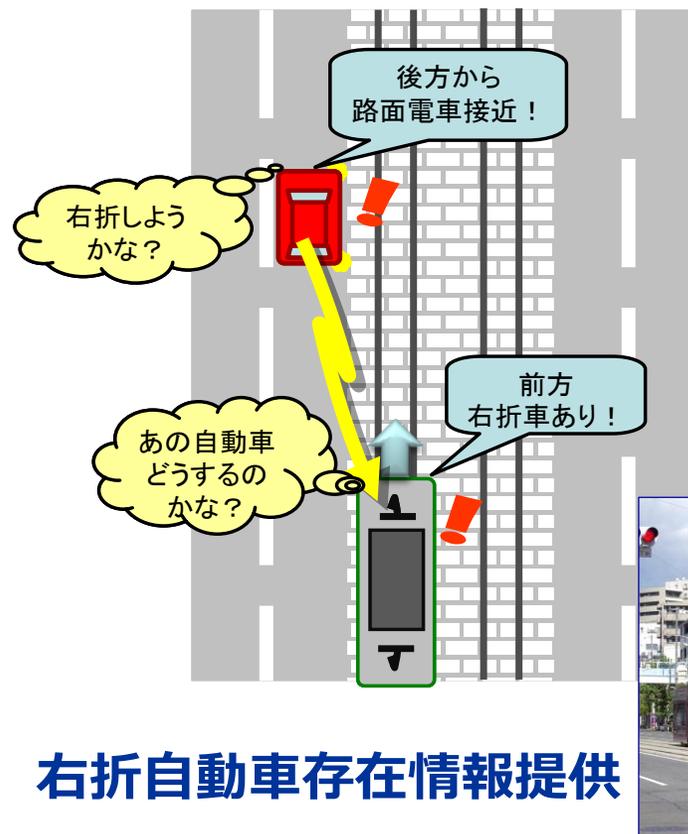
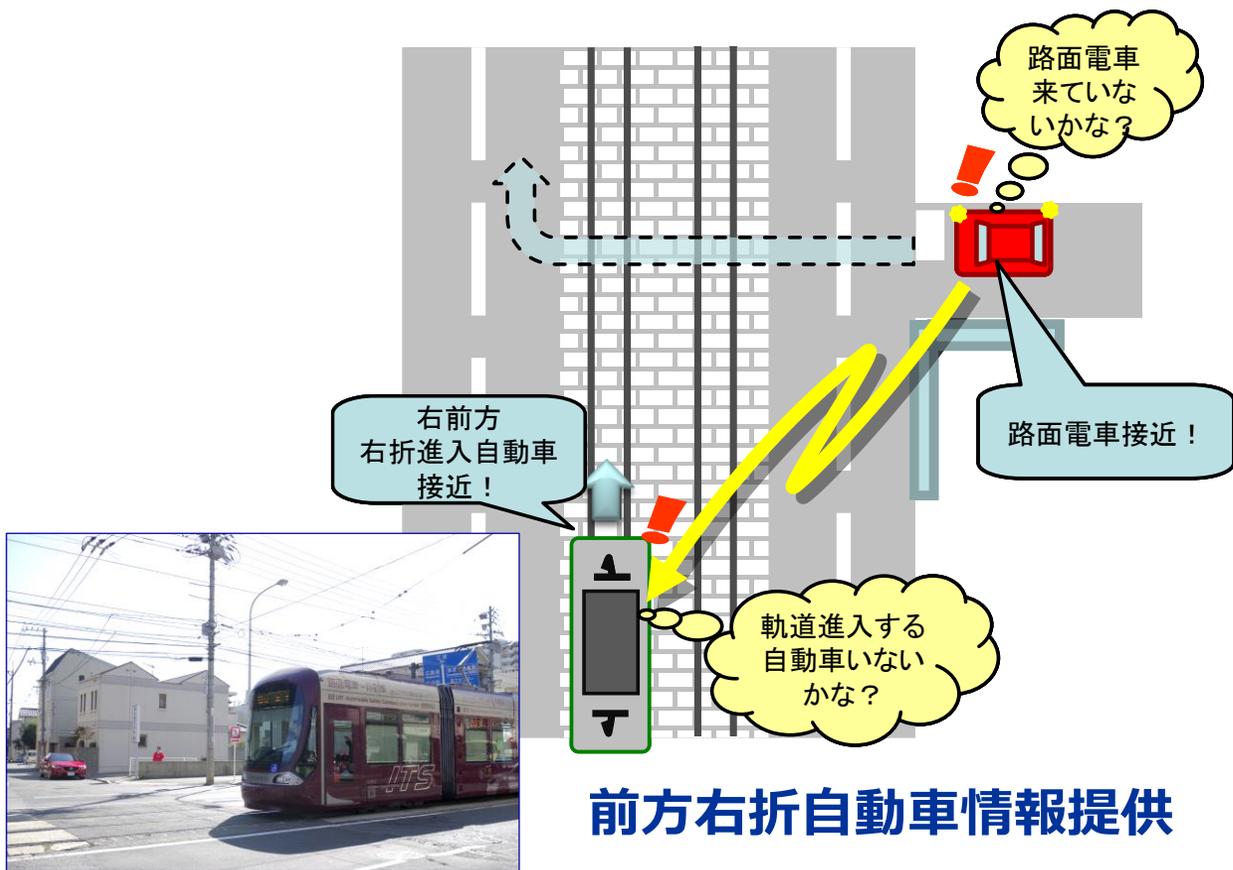
安全運転支援のために必要な情報のやりとり



# V2V?ではなくて, V2L!

## 事故形態を踏まえた支援場面の選定

路面電車と自動車の事故の多くが交差点で発生していることと, 事故形態の多くが路面電車の直前を自動車が通行する「直前通行」(出会い頭事故, 右折時事故等)であることを踏まえて選定



# V2V?ではなくて, V2L!

## 車車間通信(V2L)による安全運転支援システムへの自律検知型センサの追加

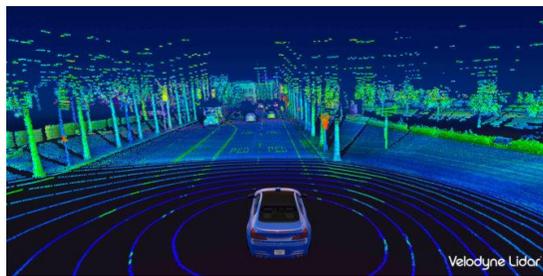
ITSの技術を活用した安全運転支援システムに自律検知型のセンサとして前方障害物の検知等に有用なLiDARセンサを追加することで, 支援場面を追加

### LiDARセンサ

#### (Light Detection And Ranging)

レーザ光をパルス状に照射し, 物体からの反射光を受光することで物体までの距離や方向を測定するセンサ

LiDARセンサが今後, 鉄道分野へ活用され得ると予想



Velodyne社ホームページより



支援装置  
(車内に設置)



LiDARセンサ  
(排障器に固定)

# V2V? ではなくて, V2L!

## 車車間通信(V2L)による安全運転支援システムへの自律検知型センサの追加

### 軌道敷はみ出し支援

自車両の前方に軌道敷にはみ出した右折待ち自動車の存在を支援

ほかに「電停はみ出し支援」,  
「運転支援(右折支援)」もある

The screenshot displays the CC Sensing system interface, which includes a 3D sensor view, a data configuration panel, and a driver's perspective view.

- 3D Sensor View (Left):** Shows a top-down view of the sensor's field of view. A blue callout box points to a yellow dot on the tracks, labeled "軌道敷はみ出し 検知エリア" (Track edge detection area).
- Data Configuration Panel (Top Right):** Lists various sensor parameters such as "検知距離" (Detection distance) and "検知角度" (Detection angle). A table of sensor data is visible on the far right.
- Driver's Perspective View (Bottom Right):** Shows a first-person view of the road. A red circle highlights a white car stopped at a crossing, with a blue callout box labeled "右折待ち自動車" (Right-turning car).
- Information Panels (Center):** Includes "警報表示例" (Warning display example) for "先行電車接近情報" (Lead train approach information) and "運転支援情報" (Driving support information) with a red warning: "軌道敷へのはみ出しあり!" (There is an overhang on the track!).

# V2V?ではなくて, V2L!

## 車車間通信(V2L)による安全運転支援システムへの自律検知型センサの追加

### 先行路面電車接近支援

先行電車との距離が100m以下で情報提供, 25m以下で注意喚起, 15m以下で警報の各支援を実施

The screenshot displays the V2L system interface. On the left, a 3D point cloud visualization shows the sensor's field of view with a red circle highlighting the leading tram's data. A central warning display shows a red background with '15 m' and '先行電車接近情報' (Leading tram approach information). Below it, a green background shows '100 m' and '運転支援情報' (Driving support information), and a black background shows '通常運転' (Normal driving). On the right, a control panel lists various sensor parameters and settings. At the bottom right, a street view shows the tram's perspective with a red circle highlighting the tram ahead.

先行路面電車の点群データ

警報表示例  
先行電車接近情報  
15 m  
運転支援情報  
通常運転

先行路面電車

# 交通システム研究部が取り組むITSの研究

路面電車も対象に含めて、情報通信技術等を用いて交通が抱える課題を解決するシステムの検討・構築・評価

ひろしまサンドボックス  
(2018~2020)



- 安全運転支援
  - ・信号情報支援機能
- 公共交通優先信号情報提供
  - ・制御機能(PTPS)
- 電停共有支援機能



2013年10月  
ITS世界会議  
デモンストレーション  
@広島

広島ITS共同研究  
(2017~2024予定)



通信利用型システムと  
自律検知型システムを  
統合

# ひろしまサンドボックスはV2L, V2I, L2Iの融合

## 安全運転支援・信号情報支援機能

V2L, V2I, L2I

## 公共交通優先信号情報提供・制御機能

V2I, L2I

## 電停共有支援機能

V2L, V2I, L2I



「安全運転支援・信号情報支援機能」(写真)は2020年1月と10月、「公共交通優先信号情報提供・制御機能」と「電停共有支援機能」は2020年11～12月に実証実験を実施

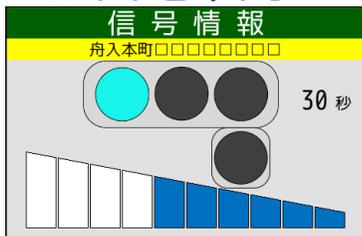
# V2Iだけでなく、L2Iも

## 安全運転支援・信号情報支援機能

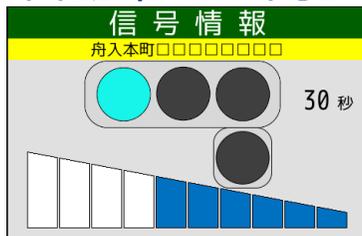
車車間通信(V2L)による安全運転支援システム, 路車間通信(V2I, L2I)による路側からの信号情報提供

### 支援情報の提示

#### 路面電車向け



#### 自動車・バス向け



信号情報表示

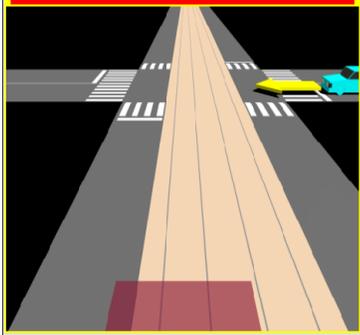
交差点の路側機からの情報を利用して...

- 青, 黄, 赤の各現示
- 矢灯の表示
- 各現示の残時間 を表示



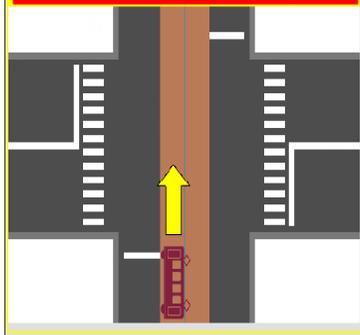
#### 支援情報

右から自動車が来ます



#### 支援情報

後方から電車接近



支援情報表示

路面電車または自動車・バスからの情報や交差点の路側機からの情報を利用して...

- 歩行者存在支援
- (車車)対向/前方右折車存在支援
- (車車)左/右細街路自動車存在支援
- (路車)右折時・左折時歩行者存在支援
- (路車)右折時対向車存在支援
- (車車)後方・右・左路面電車接近支援 等を表示

#### バス



# V2Iだけでなく，L2Iも

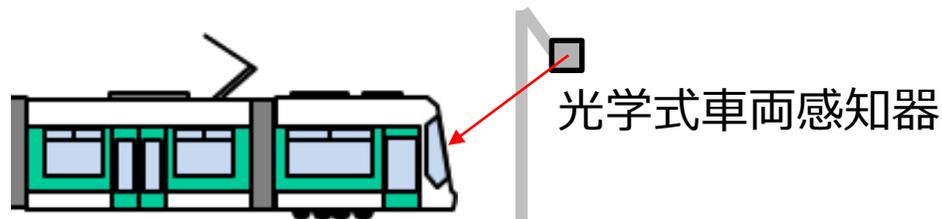
講演会の講演中に内容を訂正し，終了後の掲載において本スライドを「誤」としておりましたが，本スライドの内容に誤りはなく，終了後掲載の正誤について取り消しさせていただきます。大変申し訳ございません。(2024.07.30)

## 公共交通優先信号情報提供・制御機能

路車間通信(V2I, L2I)による路側からの信号情報提供，衛星測位利用の仮想ビーコンによるPTPS(Public Transportation Priority Systems: 公共車両優先システム)

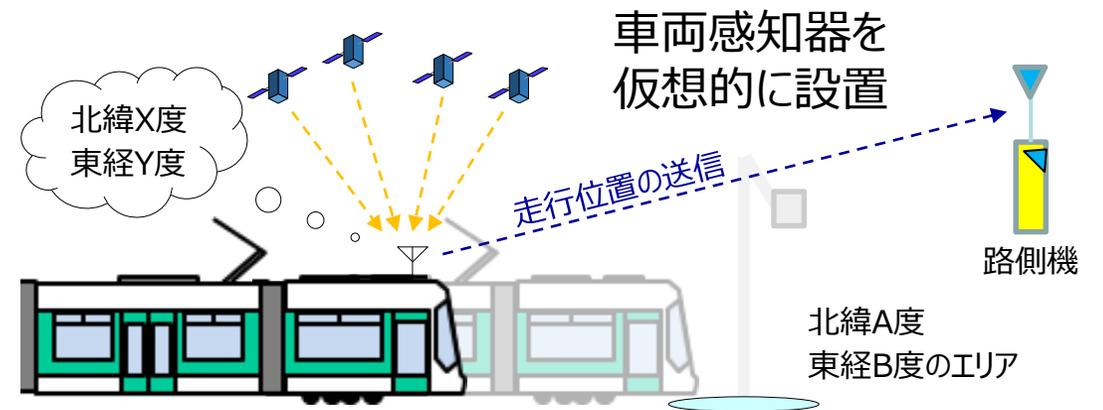
### 従来

光学式車両感知器  
(光ビーコン)が車両が  
通過したことを検知



### 衛星測位利用の仮想ビーコン

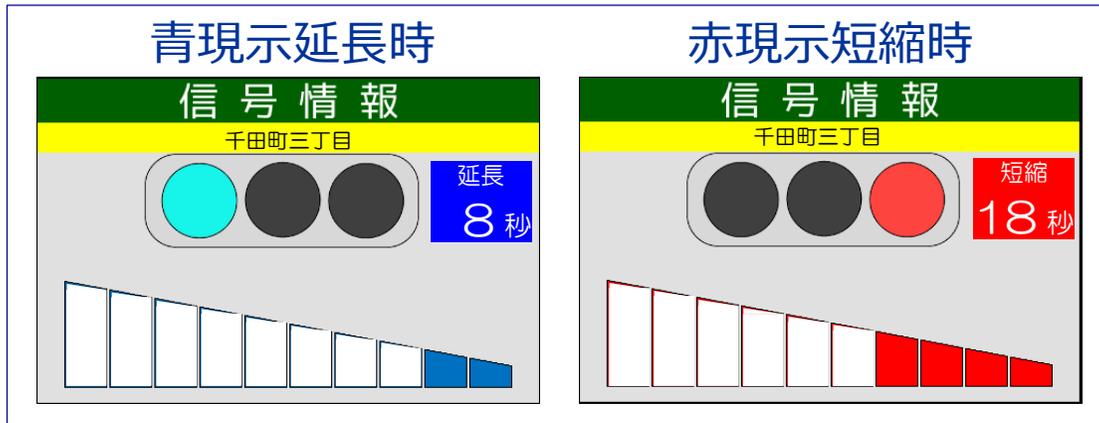
車両の走行位置を衛星測位によって逐次推算し，  
車両感知器を仮想的に設置したエリアに車両が到達  
したときに車両が通過したことを検知



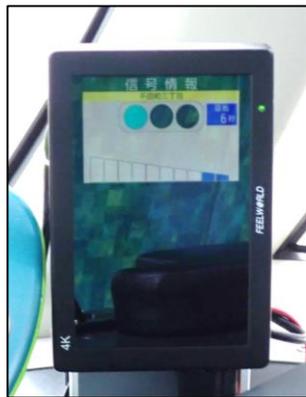
# V2Iだけでなく, L2Iも

## 公共交通優先信号情報提供・制御機能

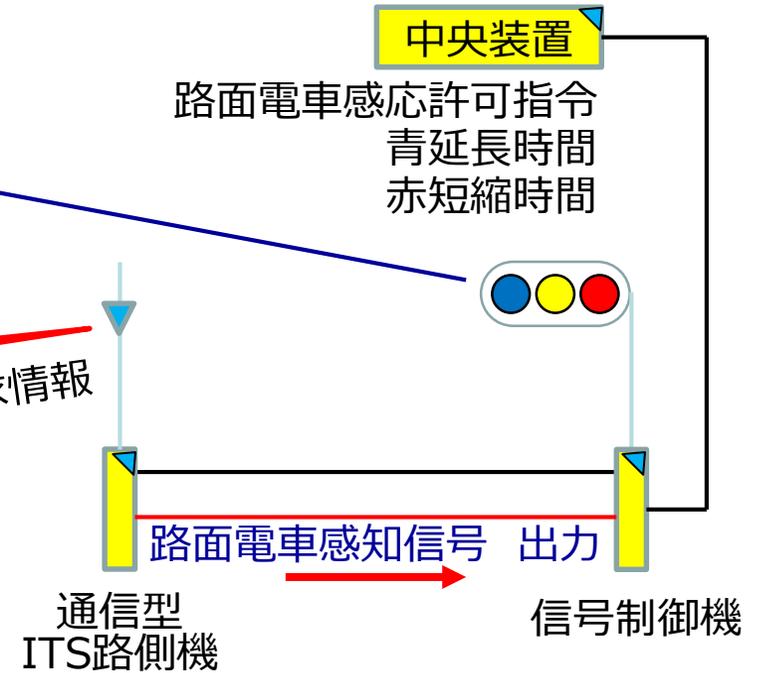
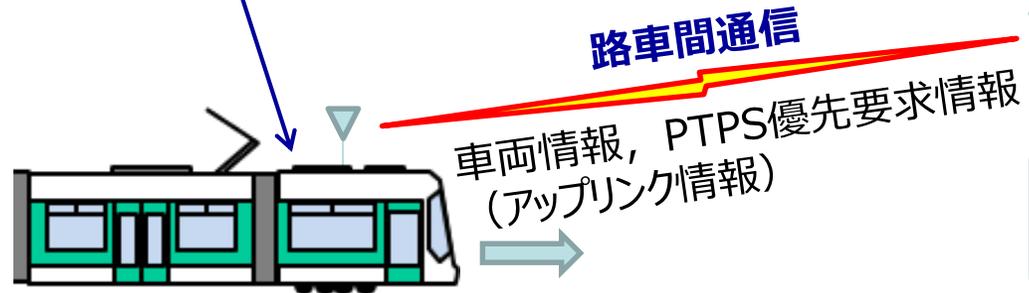
路車間通信(V2I, L2I)による路側からの信号情報提供, 衛星測位利用の仮想ビーコンによるPTPS(Public Transportation Priority Systems: 公共車両優先システム)



- 青現示の延長時間(公共車両を通すタイミングを増やす)
- 赤現示の短縮時間(公共車両の停車時間を短縮)を表示



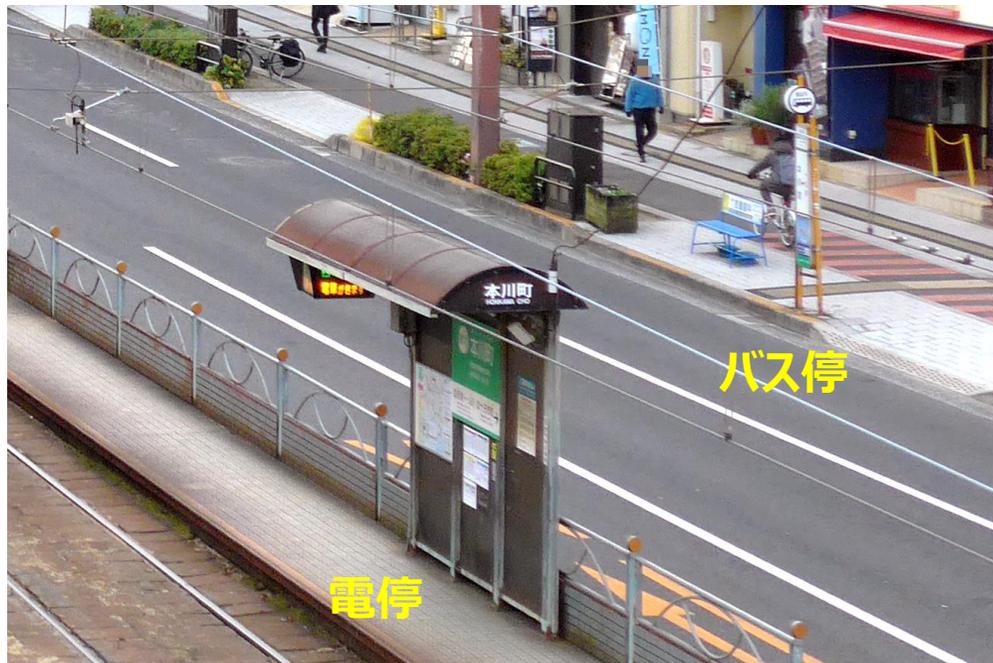
仮想ビーコン信号制御の開始 ▲



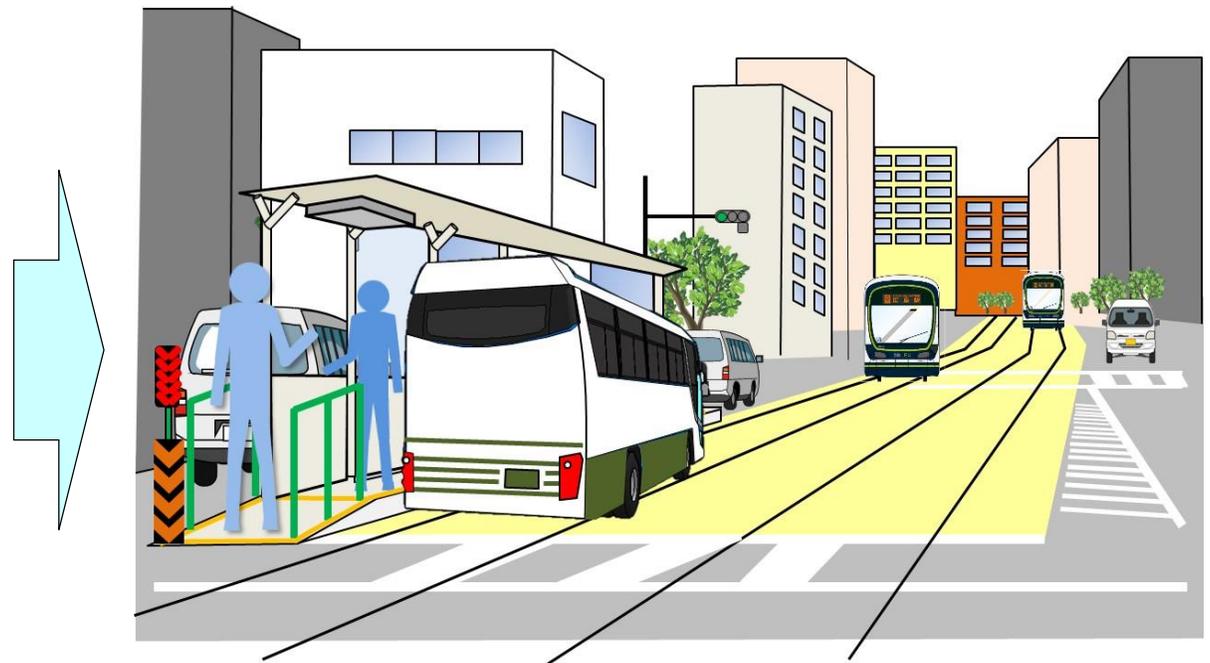
# V2Lの応用

## シームレスな移動の実現

乗り場が別々の路線バスと路面電車を一つの乗り場に集約できれば，利便性向上，都心回遊性向上，旅行時間短縮を図れるのでは？



電停とバス停は現状別々，乗り換えが大変…



電停にバスが乗り入れれば乗り換えが楽になって利便性が向上するのでは

# V2Lの応用

## 電停共有支援機能

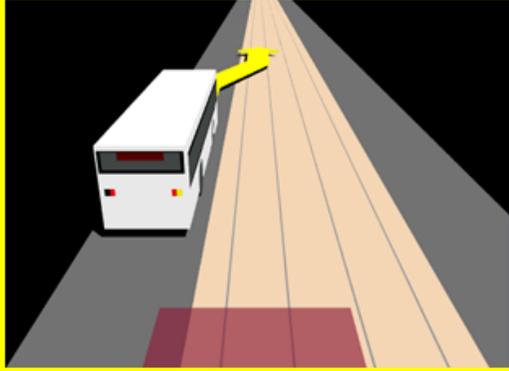
電停を路面電車と路線バスで共有するための  
車車間・路車間通信利用システム

### 支援情報の提示

路面電車向け

電停共有 支援情報

前方バス軌道敷進入開始  
前方バス注意



路線バスが路面電車の前に  
電停へ進入するケース

自動車・バス向け

電停共有 支援情報

電車後方へ進入可能  
車間を確保してください

まもなく  
進入可能



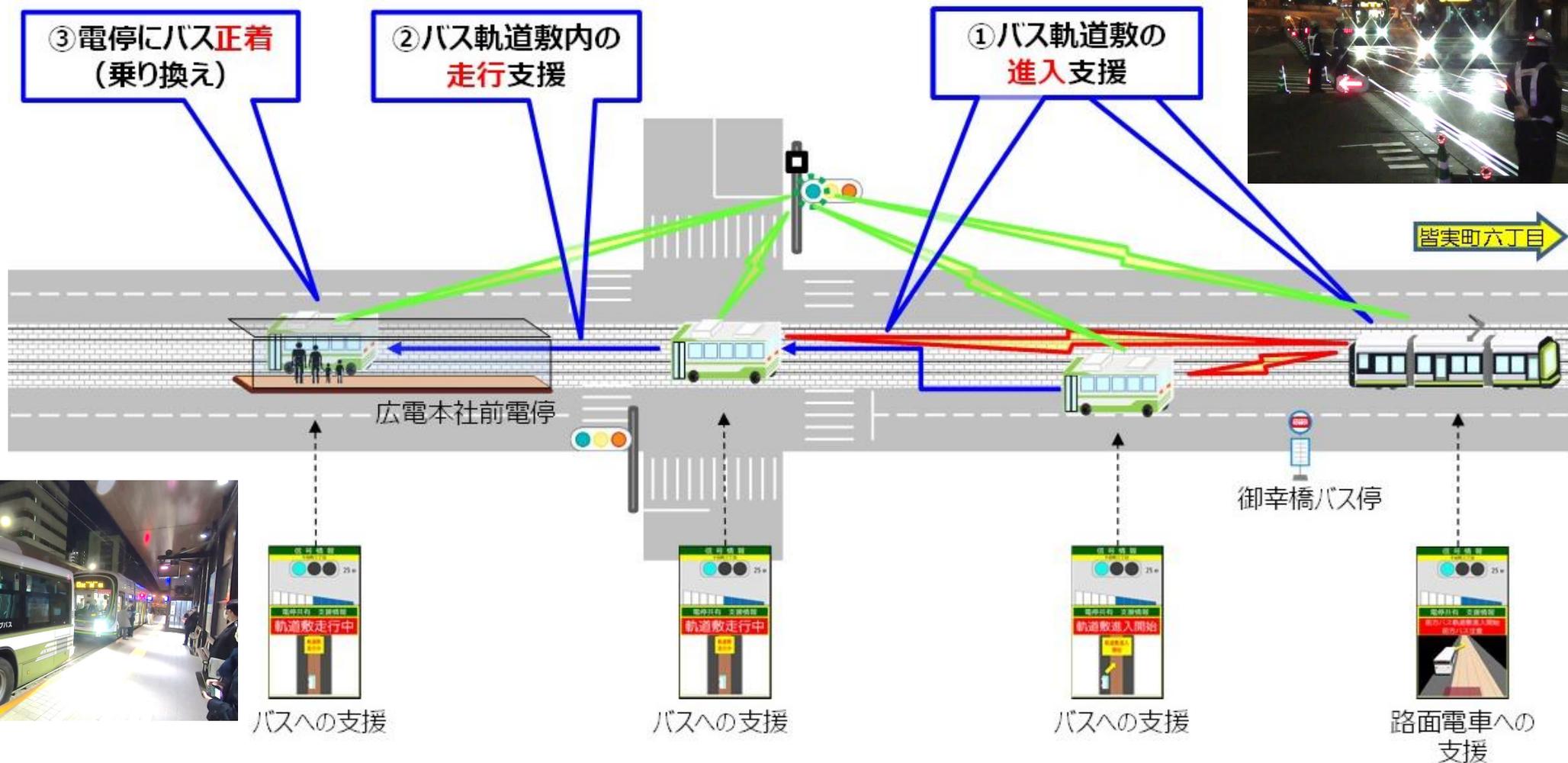
路線バスが路面電車の後に  
電停へ進入するケース



# V2Lの応用

⚡ 車車間通信による安全運転支援  
⚡ 路車間通信による信号情報支援

## 電停共有支援機能 路線バスが路面電車の前に電停へ進入するケース



バスへの支援

バスへの支援

バスへの支援

路面電車への支援

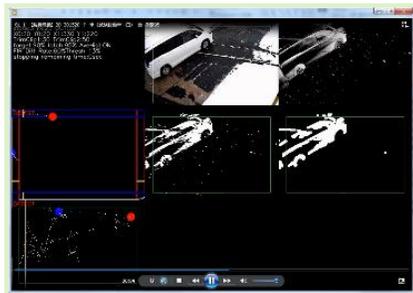
# V2Lの応用 → V2T??

## 踏切事故防止支援システム

踏切へ接近する自動車のドライバーに対して踏切動作状況を報知(「踏切遮断時進入防止支援機能」), 動作中の踏切内で停滞した自動車や歩行者を検出(「踏切停滞検知機能」)し, その情報を列車の運転士に報知(「踏切停滞支援機能」)するとともに, 列車の接近を停滞中の自動車や歩行者へも報知



踏切遮断時進入防止支援機能

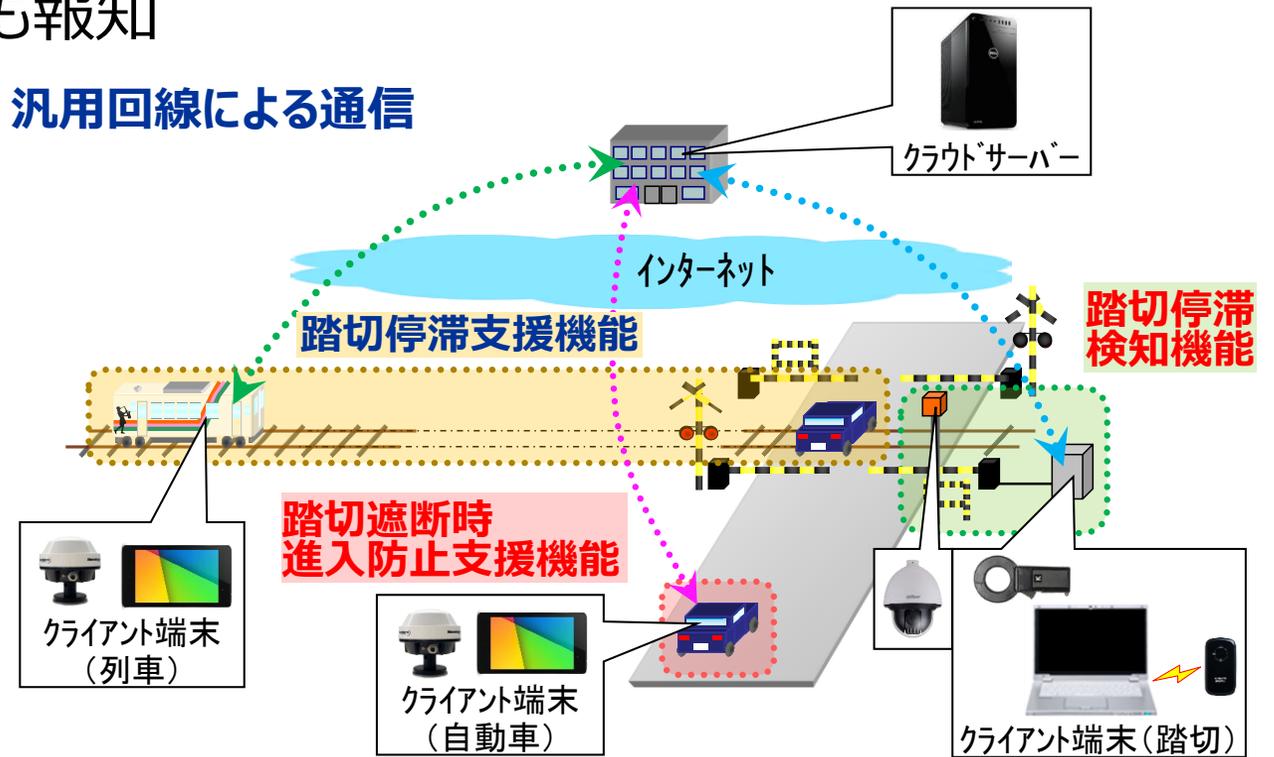


踏切停滞検知機能



踏切停滞支援機能

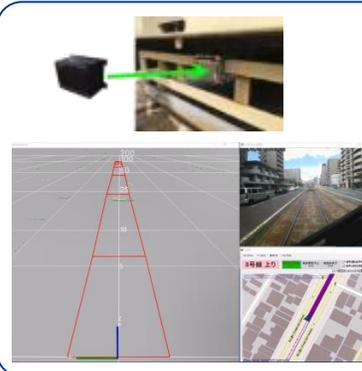
### 汎用回線による通信



# 今後の展開

広島ITS共同研究やひろしまサンドボックスの成果を活かし、  
取り組みの深化を図る

ひろしまサンドボックス  
(2018~2020)



広島ITS共同研究  
(2017~2024予定)



SIP第3期事業  
(2023~2027)

連携研究機関として参画



公共交通優先のリ・デザインを可能とする路車協調技術の仕様抽出・実証，ルール変更等の提案  
- PTPSやPTPSの高度化  
- 道路空間共有に係る支援 (ほか)



PTPSの実装  
(その前段で交通信号情報提供)

本講演は、東京大学生産技術研究所、広島電鉄株式会社、中電技術コンサルタント株式会社、広島大学、マツダ株式会社と共同で行った取り組みを中心にまとめたものです。ご関係の皆様には厚く御礼申し上げます。

**ご清聴ありがとうございました**