

令和 6 年度
交通安全環境研究所講演会
講演概要

2024. 6. 13(木)
於:東京大学 伊藤国際学術研究センター

独立行政法人自動車技術総合機構



交通安全環境研究所

は じ め に

少子高齢化の進行による労働力人口の減少に伴い、特に地域公共交通においては運転士や保守要員の不足といった課題が顕在化してきており、移動手段の確保や公共交通の維持が益々困難な状況となってきております。

このような中、近年では技術の進展に伴い、自動車や鉄道の自動運転、グリーンスローモビリティ等の導入・普及に向けた取組みが全国的に進められており、地域交通においても新たな移動手段としてその活用が期待されております。

加えて、様々な移動手段を一体的なものとしてシームレスに繋ぐ MaaS や ITS の活用等により、既存の移動手段の高度化を図っていくことも必要です。

また、本年 4 月には群馬県高崎市において、遮断機や警報機のない第 4 種踏切での痛ましい事故が発生しました。公共交通の安全性確保は大前提であり、このような事故を繰り返さないためにも、安全対策は必要不可欠です。

交通安全環境研究所では、陸上交通の主となる自動車と鉄道の両交通モードを扱うことを強みとし、車両の安全性評価や鉄道施設の安全性向上に資する研究等に加え、地方自治体や地方交通事業者と連携して、地域の特性を踏まえた交通システムの実現に向け取り組んでまいりました。

これらの当研究所の取組みについて、多くの皆様にご理解いただくため、令和 6 年度は、「持続可能な地域に必要なモビリティの実現を目指して」をテーマに講演会を開催いたします。講演会では、当研究所の取組みをご紹介させていただくとともに、外部の有識者による招待講演として、名古屋大学大学院環境学研究科の加藤 博和教授から「地域を持続可能とする公共交通サービスをつくり守り育てるために」について、宇都宮市建設部の金田 昌幸副参事（LRT 担当）から「ライトラインについて（芳賀・宇都宮 LRT）」について、それぞれご講演いただきます。

今後更なる深刻化が予想される少子高齢化等の社会問題に対し、当研究所においても地域の移動手段の確保や維持に向けて不断的努力を続けていく所存であり、皆様から忌憚のないご意見を賜れば幸いです。

今後とも、皆様の交通安全環境研究所へのご理解、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

令和 6 年 6 月
独立行政法人自動車技術総合機構
交通安全環境研究所長 松田 敦

令和6年度 交通安全環境研究所講演会

持続可能な地域に必要なモビリティの実現を目指して

プログラム

※講演内容・講演者は変更になる場合がございます。予めご了承ください。

13:30~13:35

事務局連絡

13:35~13:40

開会の挨拶

交通安全環境研究所長 松田 敦

13:40~14:20

招待講演1

地域を持続可能とする公共交通サービスをつくり守り育てるために
名古屋大学大学院環境学研究科 教授 加藤 博和 氏

14:20~14:45

講演1

地域交通計画検討支援のための取組
交通システム研究部 主任研究員 小林 貴

14:45~15:10

講演2

新たな地域交通システム導入のための技術支援の取組
交通システム研究部 主席研究員 大野 寛之

15:10~15:30

休憩

15:30~16:10

招待講演2

ライトラインについて（芳賀・宇都宮LRT）
宇都宮市建設部 副参事（LRT担当） 金田 昌幸 氏

16:10~16:35

講演3

ITSを活用した公共交通の利便性向上に関する取組
交通システム研究部 主席研究員 山口 大助

16:35~17:00

講演4

第4種踏切に対する支援装置の技術的検証と社会的課題への取組
交通システム研究部 研究員 三好 正太

17:00~17:05

閉会の挨拶

理事 坂本 一郎

お願い

- ビデオ・写真・レコーダー等による撮影および録音はご遠慮ください。
- ご視聴の際にはアンケートへのご協力をお願いいたします。

令和 6 年度交通安全環境研究所講演会 令和 6 年 6 月 13 日（木）

於 東京大学 伊藤国際学術研究センター
及びオンライン開催（ハイブリッド開催）

----- 目次 -----

持続可能な地域に必要なモビリティの実現を目指して

地域交通計画検討支援のための取組	交通システム研究部 主任研究員 小林 貴	1
新たな地域交通システム導入のための技術支援の取組	交通システム研究部 主席研究員 大野 寛之	9
ライトラインについて（芳賀・宇都宮LRT）	宇都宮市建設部 副参事（LRT 担当） 金田 昌幸 氏	19
ITS を活用した公共交通の利便性向上に関する取組	交通システム研究部 主席研究員 山口 大助	41
第4種踏切に対する支援装置の技術的検証と社会的課題への取組	交通システム研究部 研究員 三好 正太	57

**地域交通計画検討支援
のための取組**

交通システム研究部

小林 貴



地域交通計画の検討支援のための取組

小林 貴

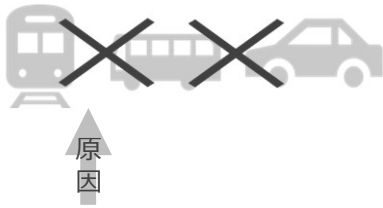
交通システム研究部

講演内容

- 1．交通計画検討支援ツールの概要
- 2．潜在移動需要推計
- 3．顕在化移動量推計
- 4．交通計画案の費用便益評価
- 5．まとめ・今後の課題

はじめに

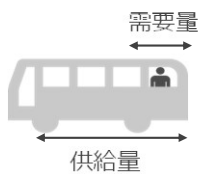
●移動困難者の問題



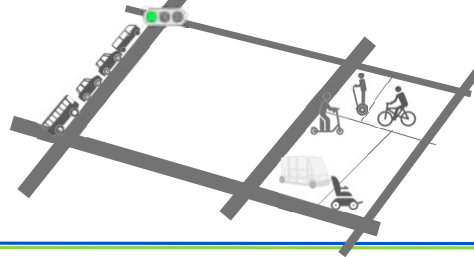
●新たなモビリティの出現



●移動需要の規模と移動供給量のミスマッチ



●移動手段を適切に配置するための交通計画（客観的な根拠に基づく）が必要



はじめに

●交通計画検討支援ツールの必要性

交通計画を検討する
自治体や協議会

検討すべき
地域の多さ

予算
専門的人材
不足

自治体の支援が
必要な機能

複数の交通計画の
費用と便益を
比較検討

簡便な顕在化
移動量推計

容易に入手可能な
入力データ

1. 潜在移動需要の把握
どこからどこへ、いつ、何人くらい、
移動したい？

2. 顕在化移動量の推計
どうすれば
潜在移動需要が顕在化する？

客観的な根拠に基づく地域交通計画

3. 交通計画案の費用便益評価
投資する価値がある
交通計画はどれか？

学術領域
客観的手法

難解

費用便益分析
クロスセクション効果
貨幣換算

高コスト
交通シミュレーション

複雑

四段階推定法
Activity Based Model

実務での適用は難しい

結果

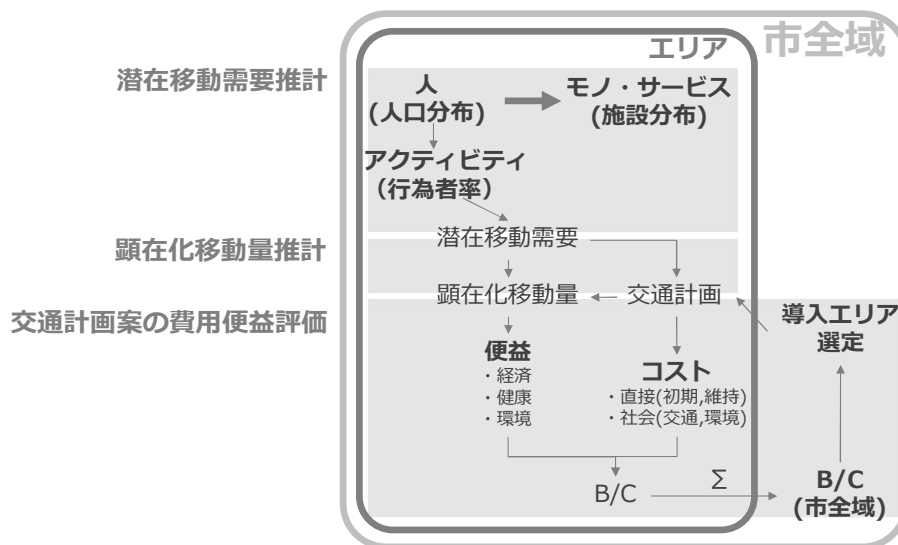
実務
主観的判断

本取組の目的

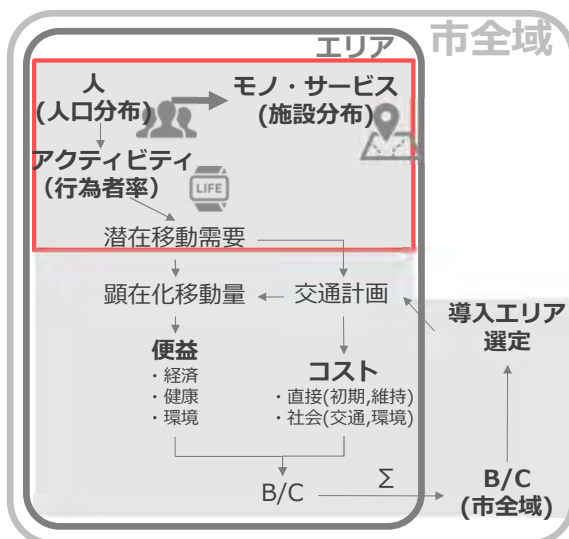
これらの機能を有する検討支援ツールを構築する

1. 交通計画検討支援ツールの概要

● 交通計画検討のために必要な情報



2. 潜在移動需要推計

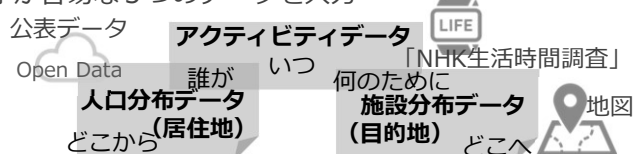


● 必要な機能

- ・容易に入手可能な入力データ
- ・潜在移動需要 「どこから」「どこへ」「誰が」「いつ」「何のために」移動したいか？を推計

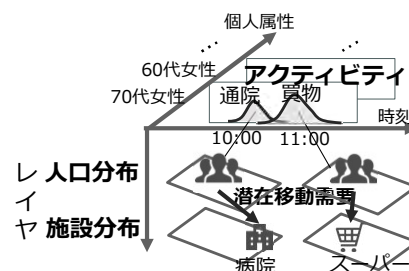
● 構築方法

- ・入手が容易な3つのデータを入力



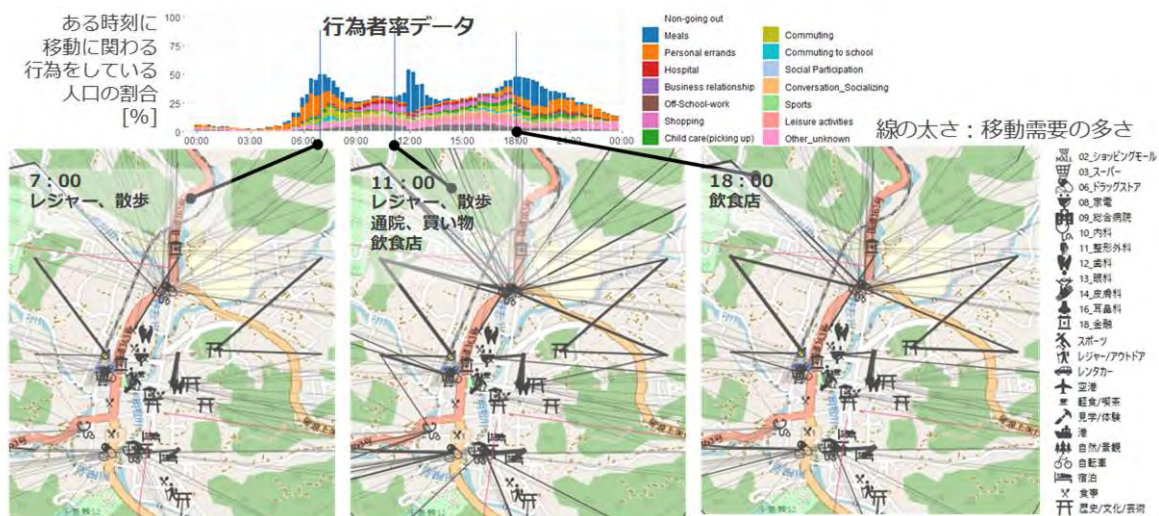
- ・ある時刻にあるアクティビティを行いたい人口を推計

- ・そのアクティビティを行える最寄りの施設を探索

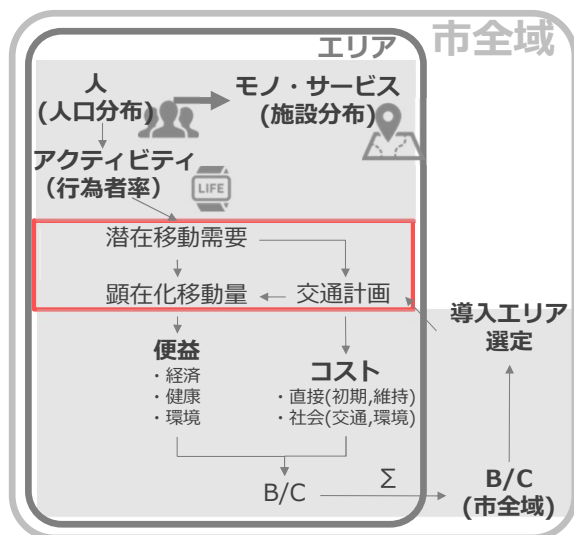


2. 潜在移動需要推計

出力結果の一例

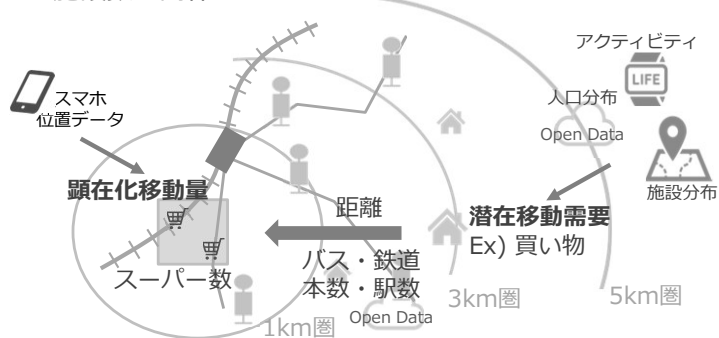


3. 顕在化移動量推計



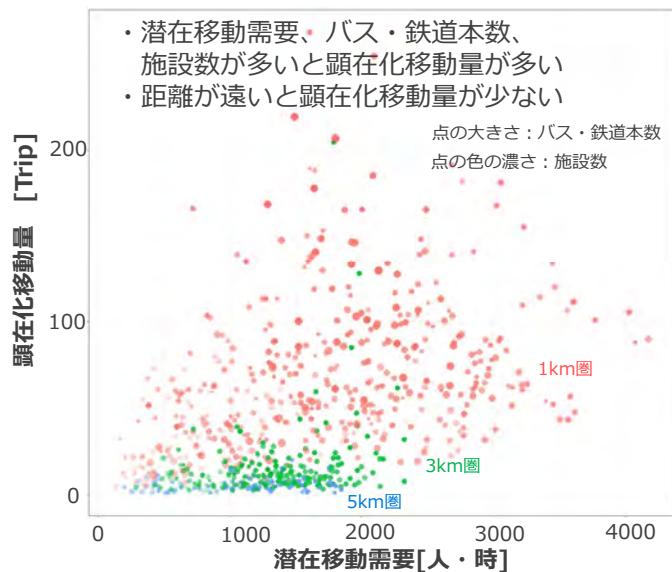
- 必要な機能
 - ・ 潜在移動需要がどれだけ顕在化するかを推計
 - ・ 顕在化に公共交通の整備水準がどの程度影響するか?
 - ・ 交通シミュレーションを使わない。

- 構築方法
 - ・ エリア単位でマクロに、顕在化移動量と潜在移動需要、既存の公共交通整備水準、施設数の関係进行分析



3. 顕在化移動量推計

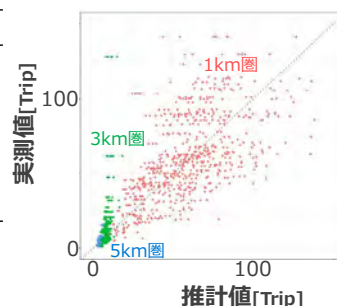
結果



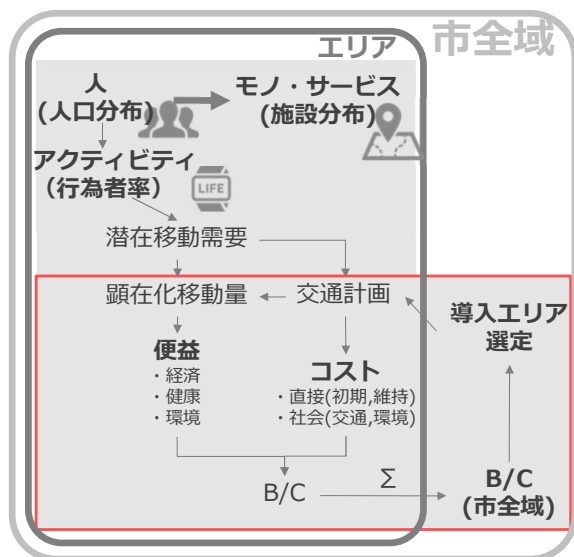
●統計的な手法で9割程度説明できる

$$\text{顕在化移動量} = \frac{\text{潜在移動需要}^a \times \text{施設数}^b \times \text{バス・鉄道本数}^c}{\text{距離}^d}$$

	係数
a 潜在移動需要	0.57***
b 施設数	0.15***
c バス・鉄道本数	0.011***
d 距離	-1.23***
R2	0.91



4. 交通計画案の費用便益評価



●必要な機能

- ・複数のモビリティ導入候補地のB/Cを横並びで比較検討したい
- ・市全域での費用便益を評価したい

●構築方法

- ・潜在移動需要から候補地を選出
モビリティ毎に適した需要規模・需要距離を考慮
- ・各候補地で導入/非導入の全組み合わせで網羅的に費用・便益を算出 (= 交通計画案)
ex) 候補地が3箇所なら
3² = 9通りのプランを検討

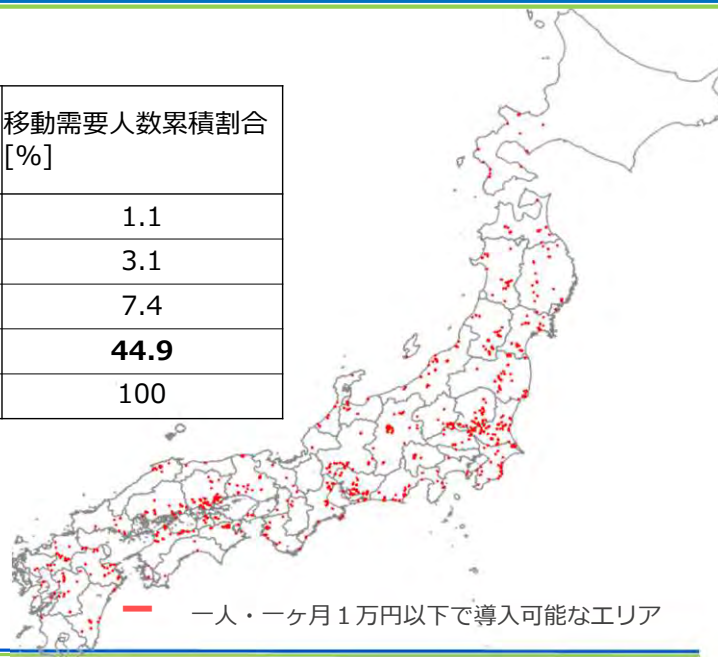


4. 交通計画案の費用便益評価

低速モビリティの候補地を選出した結果

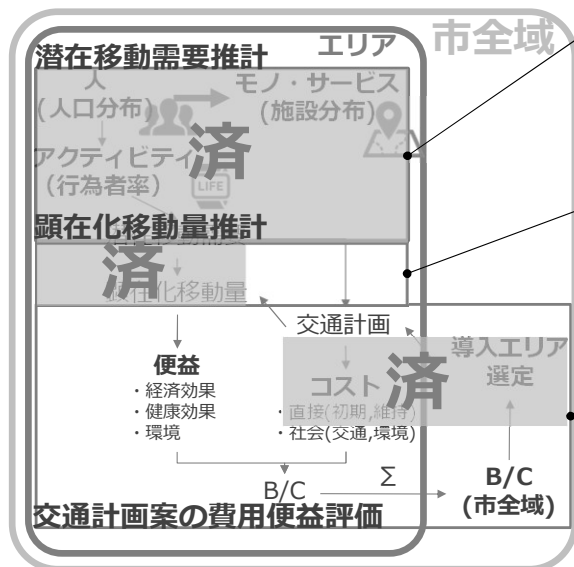
需要規模 距離面での有効性	コスト面での有効性 一人・一ヶ月 あたり負担額	移動需要人数累積割合 [%]
あり	-1万円	1.1
あり	1-2万円	3.1
あり	2-5万円	7.4
あり	5万円-	44.9
なし	検討対象外	100

約45%の移動困難地域の需要規模・距離に
低速モビリティが対応可能



5. まとめ・今後の課題

地域交通計画作成支援ツールの構築状況について紹介



Step1 容易に入手可能な入力データを用いた潜在移動需要の推計

- ☒ 入手が容易なデータからアクティビティを考慮した潜在移動需要推計手法



Step2 シミュレーション無しで顕在化移動量を推計

- ☒ 顕在化移動量のマクロなモデリング
- ☐ 出発地-目的地単位でのモデルの構築
- ☐ シミュレーションの結果との比較検証

Step3 複数のプランの費用と便益を一括で比較検討

- ☒ 低速モビリティの候補地を選出

移動困難な移動需要	移動困難な移動需要の割合	コスト面での有効性	移動需要人数累積割合
あり	あり	-1万円	1.1
あり	あり	1-2万円	3.1
あり	あり	2-5万円	7.4
あり	あり	5万円-	44.9
なし	なし	検討対象外	100

- ☐ 交通計画案の作成
- ☐ 交通計画案のB/C算出手法構築

- ☐ 全自治体が自由に使えるアプリ化

移動需要推計、顕在化移動量推計、交通計画選定を一本化し、全自治体が自由に使えるアプリまたはソフトの開発につなげる

**新たな地域交通システム導入
のための技術支援の取組**

交通システム研究部

大野 寛之





新たな地域交通システム 導入のための技術支援の取組

大野 寛之
交通システム研究部

講演内容

- 1．安全性評価の視点から
- 2．まちづくりの視点から
- 3．基準策定への協力
- 4．未来を考えて
- 5．まとめ

1. 安全性評価の視点から

1. 1. 「日本初の本格LRT」富山ライトレール開業に向けて

技術支援の内容

①車両走行性能

- (1) 直線部走行性能（脱線係数）
- (2) 曲線部走行性能（脱線係数）
- (3) 分岐部通過性能
- (4) 溝付きレールの軌間設定の検証

②信号関係

- (1) 軌道区間連動論理の信頼性確認
- (2) トランスポンダによる情報伝送の信頼性確認
- (3) 軌道回路の列車検知特性

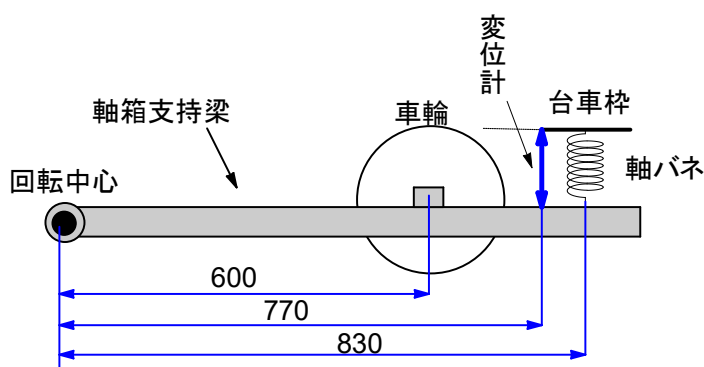


軌道上の雪撒き状態での列車検知試験

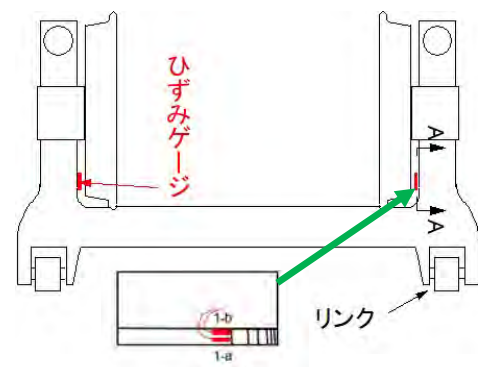
1. 安全性評価の視点から

1. 1. 「日本初の本格LRT」富山ライトレール開業に向けて

独立回転車輪を持つLRT用低床台車に適した輪重・横圧測定方法の開発



軸バネ変位から車輪に加わる荷重を計算

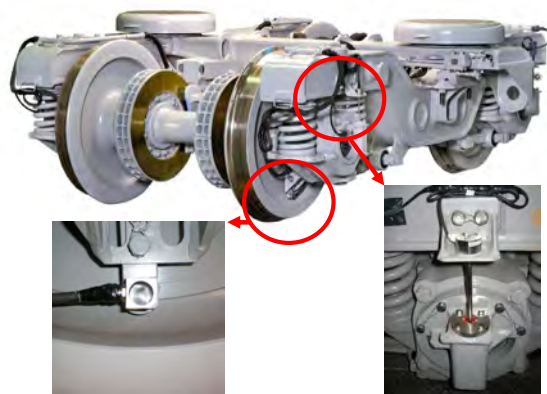


アームの変形から横圧を計算

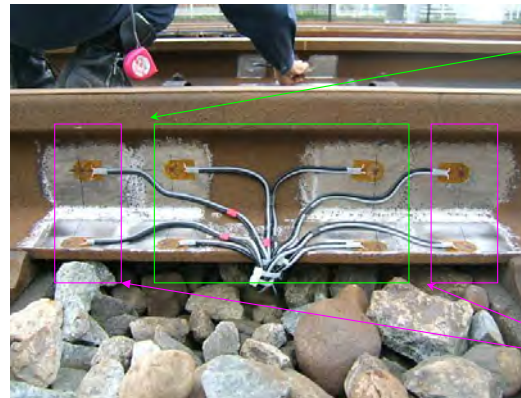
1. 安全性評価の視点から

1. 1. 「日本初の本格LRT」富山ライトレール開業に向けて

独立回転車輪を持つLRT用低床台車に適した輪重・横圧測定方法を支えた技術



PQモニタリング台車(特許4448899)



剪断法

連続法

車上測定値を輪重・横圧地上測定(特許3151160)により検証

1. 安全性評価の視点から

1. 2. 富山地方鉄道環状化に向けて

LRTと旧型車両が混在して走る路線で走行安全性や軌道回路等の動作に関する試験を実施



新しい軌道を走行する旧型車両



落ち葉による影響を評価する試験の状況

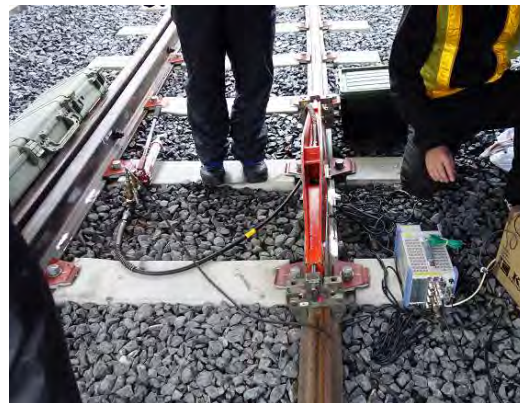
1. 安全性評価の視点から

1. 4. 100%新設のLRT導入に向けて

日本初のゼロから作ったLRT



開業日の状況



輪重・横圧地上測定の準備状況

1. 安全性評価の視点から

1. 4. 100%新設のLRT導入に向けて

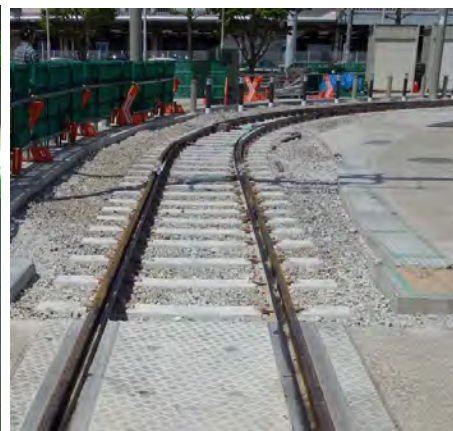
交通安全環境研究所のこれまでの知見をフル動員して対応



試運転中の車内



最新のプローブ測定



宇都宮駅東口の軌道改良工事

2. まちづくりの視点から 福井駅前の軌道整備への貢献

北陸新幹線駅整備に伴う福井駅前整備に合わせた電停の移動と路線変更案について検討を実施

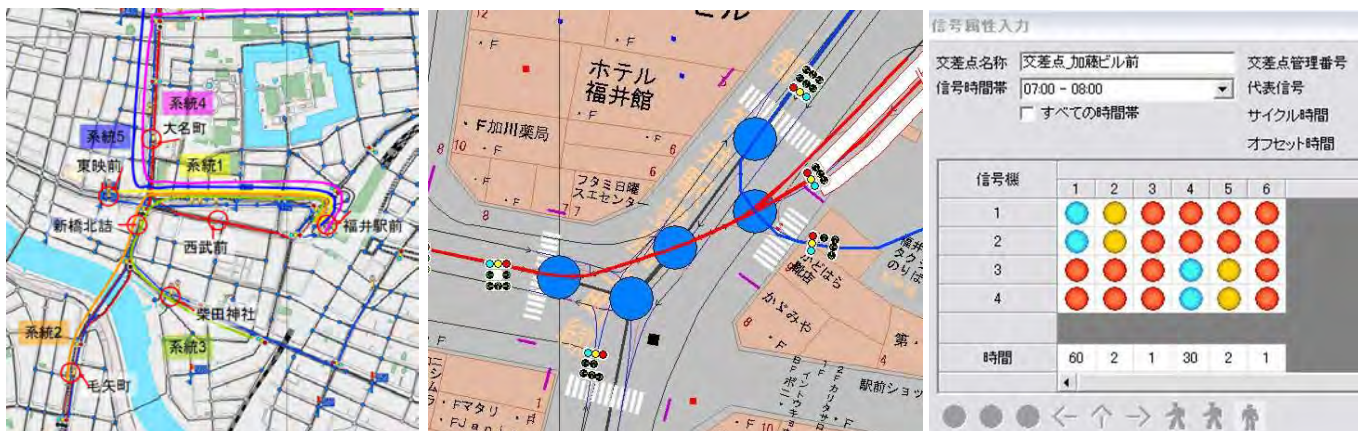


軌道延伸A案(上)と移設を伴うB案(下)を比較検討

交通流シミュレーションの一例(渋滞発生が認められる)

2. まちづくりの視点から 福井駅前の軌道整備への貢献

列車ダイヤと自動車の交通量および信号サイクルを入力値としてシミュレート



2. まちづくりの視点から 福井駅前の軌道整備への貢献

交通安全環境研究所での検討結果が実際の駅前広場と電停の整備に結びつく



A案の方が周辺へ影響が少ないと結論



実際に完成した福井駅前電停の状況

3. 基準策定への協力 鉄道に関する技術上の基準を定める省令

IMTS(Intelligent Multimode Transit System): バスではなく特殊鉄道の「磁気誘導式鉄道」



愛地球博会場を走るIMTS

案内方式、自動運転、隊列走行等の IMTS特有の技術に関し、走行試験やシミュレーションを行い、「磁気誘導式鉄道」と定義される技術上の基準の策定に貢献した。

今後、新たな自動運転技術の開発に伴い、それに見合う新たな技術基準が求められる可能性が考えられる。



これまでの経験に新たな知見を追加し、新たな技術に対応した、新しい試験方法や安全性確認手法を開発し、今後の技術基準策定に貢献していきます。

4. 未来を考えて マルチモード化・自動化・多機能化

これから求められる技術開発の方向性を見据えた技術支援のあり方を考える

高齢化と人口減少が進む中、地域交通の維持とバリアフリー化やシームレス化が近年の課題となってきた。



バイモーダルシステム



シームレス船



グリーンスローモビリティ

「人の移動」だけにとどまらない「多機能化」への期待。

5. まとめ

交通安全環境研究所の役割(これまでも、そしてこれからも)

- 新しい技術に対しては、新しい評価技術で対応します。
- 安全性に加え利便性やバリアフリー性にも配慮します。
- 鉄道技術と自動車技術、両方の知見を活用します。
- 新しい技術の基準化に貢献します。

新しい地域公共交通導入の際にはご相談ください

招待講演 2

ライトラインについて (芳賀・宇都宮 LRT)

宇都宮市建設部
副参事 (LRT 担当)

金田 昌幸 氏



住めば
愉快だ
宇都宮
UTSUNOMIYA

HELLO, NEW CITY.

ライトラインについて (芳賀・宇都宮LRT)

令和6年6月13日(木)

宇都宮市 建設部



1

宇都宮市の概要



宇都宮市
Utsunomiya City

基礎データ

北関東の中核都市

- ・面積 416.85km² (県土の約6.5%)
- ・人口 513,343人 (県人口の約1/4)
(R5.12.1現在)

歴史

古い歴史

- ・二荒山神社を中心に門前町として繁栄
- ・平安末期に宇都宮城の城下町として繁栄し、江戸時代は、小江戸とも呼ばれる
- ・明治29(1896)年に市制施行
- ・平成8(1996)年に中核市へ
- ・平成19(2007)年に近隣2町と合併し50万都市へ

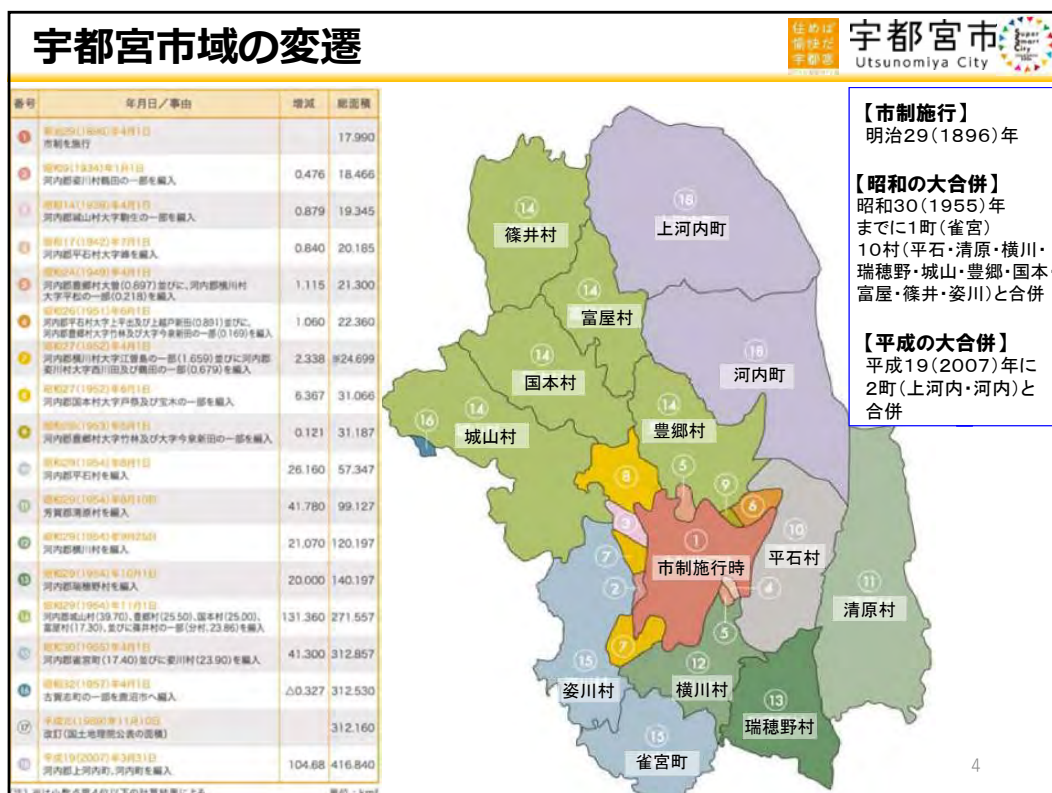
立地特性

優れた立地条件

- ・東京から北へ約100km、関東平野のほぼ北端に位置
- ・日本のほぼ真ん中の栃木県の中央に位置する県庁所在地
- ・首都圏からのアクセスが容易
※東北新幹線で東京から約50分
※東北道で東京から1.5~2時間
- ・日光や那須・塩原、益子などの観光地への表玄関



2



都市の成り立ちとまちづくり

・宇都宮市は、中心部と、それを囲む古くから発展してきた周辺の各地域（合併前の旧町村）から成り立っている。

中心部とこれらの地域は、都市の骨格となる**3環状12放射道路**などの道路ネットワークで結ばれている。

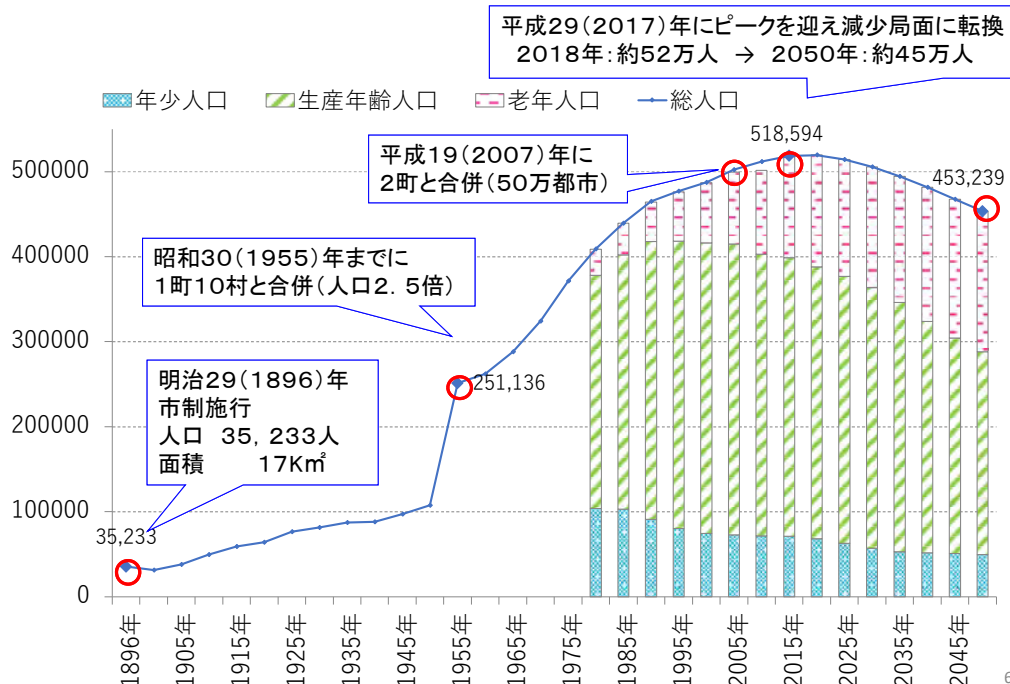
・こうした構造を活かし、人口減少・超高齢社会においても、**各地域が将来に渡って維持・発展を続け、市民が身近な場所で快適な日常生活を送れるまち**の形成を目指す。

3環状12放射道路の道路ネットワーク



5

ネットワーク型コンパクトシティを目指す背景



6

少子・超高齢，人口減少社会においても
子どもや孫など次の世代も幸せに暮らせ，みんなに選ばれる
**将来にわたって持続的に発展できるまちを
実現するため・・・**

・まちの形を，長い時間をかけて，少しずつ暮らしやすい形に変えていくことが必要

・むやみに市街地を広げずに，中心部や身近な地域の拠点の魅力を高め，公共交通を使いながら，行き来しやすいまちの「つくり」に変えていくことが必要

⇒その望ましい姿が『**ネットワーク型コンパクトシティ**』

21世紀の半ば(2050年)を見通した長期的なまちづくりの構想

NCC(ネットワーク型コンパクトシティ)の形成

・中心市街地と各周辺地域に，必要な**都市機能・産業・観光**が集積した「**拠点**」を形成
・鉄道，バス，LRTなど広域性を持つ「**基幹交通**」から，身近な生活を支える「**地域内交通**」まで，階層性を持った「**公共交通ネットワーク**」を構築し，拠点間を連携・補完

- ⇒ 子どもから高齢者まで誰もが安全で快適に移動できるまちづくり
- ⇒ 外出によって健康に，ウォーカブルなまちづくり
- ⇒ 環境負荷の少ないまちづくり



拠点形成に向けた取組

◆郊外部の拠点の維持・発展も 目指したまちづくり

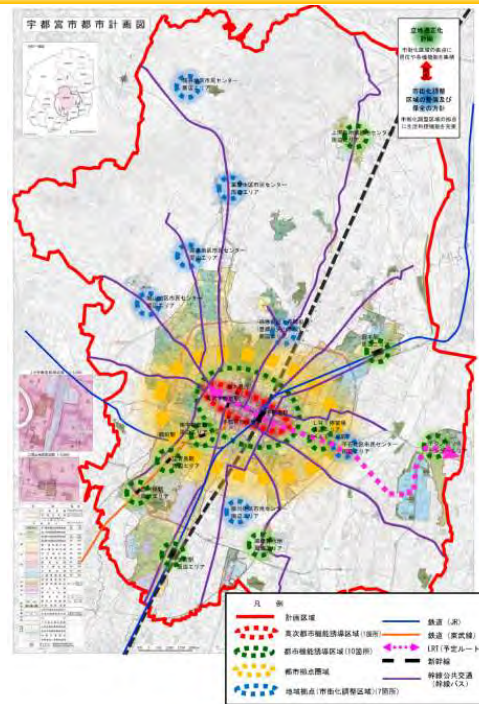
「ネットワーク型コンパクトシティ」の実現には都市全体を見渡した都市づくりが重要



⇒「立地適正化計画」と合わせて、「市街化調整区域の整備及び保全の方針」を策定し、周辺部を含めた拠点形成や居住環境の維持・向上などに一体的に取り組む

立地適正化計画等では大きく3点を定める

- ①居住や都市機能を誘導する区域(拠点エリア)
- ②誘導する施設(機能)
- ③誘導するための方策(誘導策)



公共交通ネットワーク構築に向けた取組

基幹公共交通の整備

- ✓東西の基幹公共交通として輸送力等に優れたLRTを整備

バス路線の再編

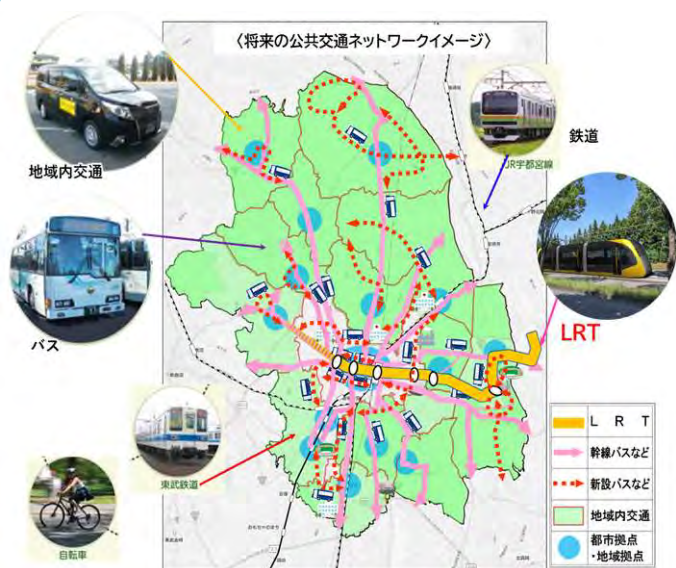
- ✓公共交通空白地域の解消や拠点間の連携強化等を図るため、LRTと重複するバス路線を振り分けるなどバス路線を再編

地域内交通の導入

- ✓郊外部における移動手段として、地域内交通を導入

公共交通間の連携強化

- ✓LRT、バス、地域内交通、自動車、自転車等の乗り継ぎ施設を整備
- ✓各公共交通機関で共通して使える交通ICカードの導入

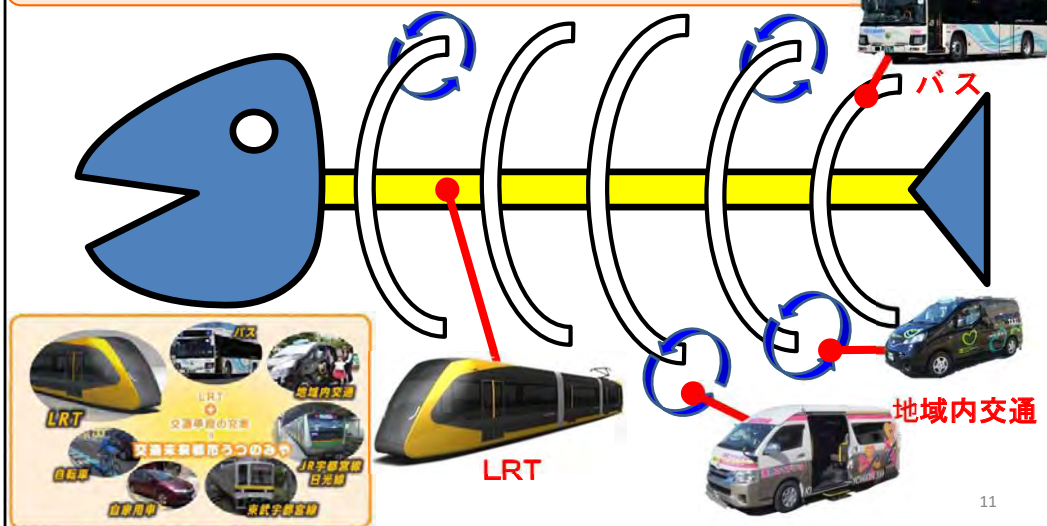


○公共交通ネットワーク構築に向けた取組

公共交通ネットワークのイメージ

鉄道やLRT、バス、地域内交通などが連携し 全市に広がる

「階層性のある効率的な公共交通ネットワーク」をつくれます。



11

ライトライン 事業概要



12

宇都宮市
Utsunomiya City



宇都宮市
Utsunomiya City

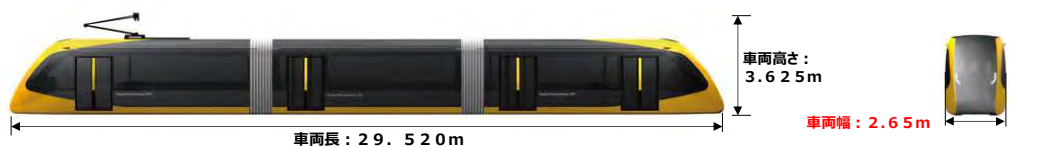
14

14

ライトライン車両



LRT車両について

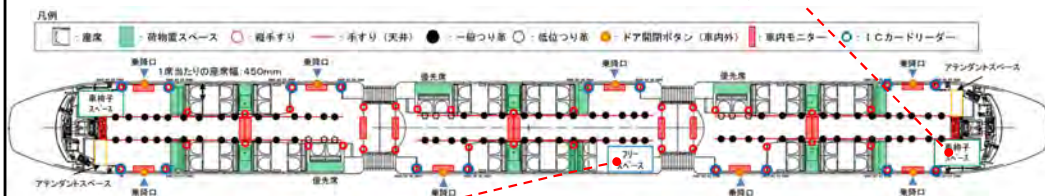


■ 定員数、座席数の確保

【定員数】 車両長をできる限り延長させ、国内の低床式車両で最多となる「定員159人」を確保
 【座席数】 鉄道の通勤電車並みに広い座席幅とした上で、可能な限りの座席数「50席」を確保

■ 車椅子スペースの設置

【車椅子スペース】 1編成に2か所設置し、バリアフリー性を向上（バリアフリー整備ガイドラインにおいては1編成につき1か所以上とされる）
 （車椅子スペースの寸法：1,300mm×750mm）



■ フリースペースの設置

- ・利用形態を限定しないフリースペースを中間車に設置
- ・ベビーカーや大型荷物持ち込みの需要に対応

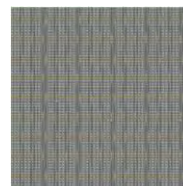
■ 全扉へのICカードリーダーの設置

- 効率的な運営や人件費削減のため、ワンマン運転を実施
- 【運賃收受方法】
 - ・ICカード利用を主体とし、速達性・定時性の向上や、利用者の利便性を高める
 - ・全扉にICカードリーダーを設置し、全ての扉を活用した車両内收受を行う

LRT車両について



車いすスペース（枠線内）

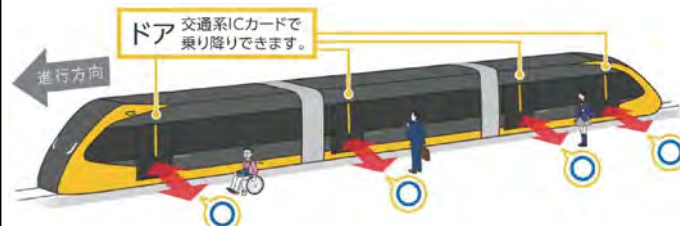


ロールカーテンのイメージ（宮染め）

■ 独自性を感じさせる地域性の取り込み

ボックスシートの床に大谷石の柄を取り入れたり、ロールカーテンに宇都宮の伝統工芸である宮染めのイメージを表現するなど、沿線の風土を感じさせる地域性を内装の一部に反映

- 騒音や振動が少なく快適な乗り心地
- 個性的で洗練された車両デザインは、まちのシンボルに
- 交通系ICカードを活用した信用乗車（セルフ乗降）方式



▲車両の全扉の両側に設置されたICカードリーダー

17

- 車両の床が低く平らで、乗り場との間に段差や隙間が殆どないため、誰もが乗り降りしやすい構造（バリアフリー）



段差

LRTは

低床式車両・バリアフリー対応



車いすでのスムーズな乗り降り

◆ 視覚障がい者の乗降の様子



全ての電停に設置された傾斜路



資料提供：宇都宮ライトレール株式会社

18

世界にも類を見ないシステム

「ゼロカーボントランスポート」の実現

芳賀・宇都宮LRTは、家庭ごみの焼却や家庭用太陽光等により発電された地域由来の再生可能エネルギー100%で走行する世界に類を見ない「ゼロカーボントランスポートの実現に取り組みました。



Light **R**ale **T**ransit

鬼怒川橋梁工事について

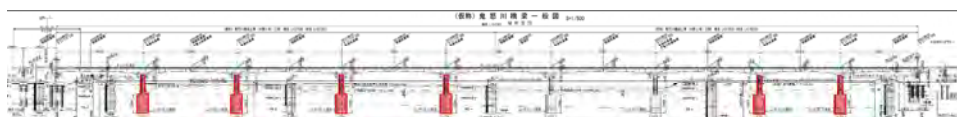


鬼怒川橋梁概要（橋梁位置）

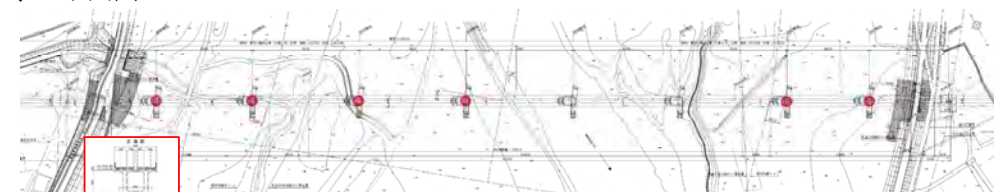


鬼怒川橋梁概要（橋梁一般図）

◆ 側面図



◆ 平面図



- ◆ 上部工 : 幅員 8.4 m
- ◆ 下部工 : 柱高 14.7 m
- 基礎高 13.5 m
- 基礎底面 ϕ 8.1 m

鬼怒川橋梁概要（上部工施工方法）

◆ 片持ち張り出し架設

- 作業台車（ワーゲン）により、両側に向かって、1ブロックずつ順次架設していく
- 桁下空間に左右されることなく架設できる
- 多径間連続橋梁に適した架設方法
- ・ 施工方法イメージ



23

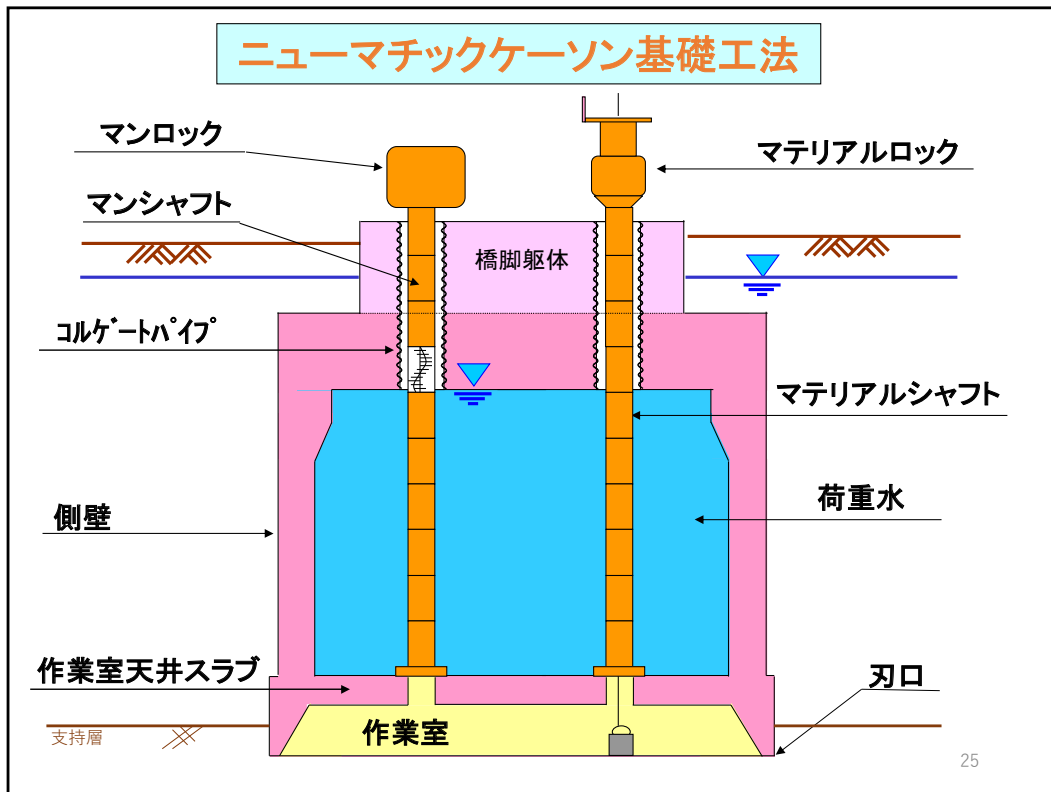
鬼怒川橋梁概要（下部工施工方法）

◆ ニューマチックケーソン基礎工法

- 基礎下部に気密な作業室を設け、圧縮空気を送り込むことにより、地下水の侵入を防ぎ、掘削・沈下を行い所定の位置に構築物を設置する工法
- 橋梁や建物の基礎、トンネル立坑など幅広く用いられている
- ・ 施工方法イメージ



24



施工状況



宇都宮市
Utsunomiya City

着手前



2018.12月上旬



2019.1下旬



26

公共交通ネットワークの 構築に向けた取組



バス路線の充実（駅東側の再編）



- LRTの開業とあわせて、JR宇都宮駅東側におけるバス路線の再編を実施
- LRTと重複する既存バス路線を再配置し、トランジットセンターを起点として、その周辺の地域拠点や産業拠点等を結ぶバス路線を新設

- 再編実施日
LRTが終日運行を開始する令和5年8月27日(日) に実施
- 運行ダイヤ
LRTとの円滑な乗り継ぎを踏まえたダイヤ
- 駅東側におけるバスの運行本数

	現 状	再編後	増 減
平 日	506本	654本	+148本
土曜日	399本	414本	+15本
日曜日・祝日	320本	323本	+3本

ライトライン 開業後の状況



ライトライン等の利用状況



ライトラインの利用状況

平日の通勤・通学に加え、休日にも多くの方にご利用いただき、総利用者数は、**開業から半年で約227万人（当初予測の約1.2倍）**となるなど、**地域の移動手段として定着**しつつある。
⇒ **引き続き、より多くの方にご利用いただけるよう、更なる利用促進を図っていく。**

表 ライトライン利用者数（データ提供：宇都宮ライトレール株）

利用状況	1か月目 (8/26～9/25)	2か月目 (9/26～10/25)	3か月目 (10/26～11/25)	4か月目 (11/26～12/25)	5か月目 (12/26～1/25)	6か月目 (1/26～2/25)	当初予測 (開業初年度)
利用者数 (1月当たり)	約420,000人	約380,000人	約390,000人	約370,000人	約340,000人	約370,000人	約312,400人
平日 (1日当たり)	約12,000～ 13,000人	約12,000～ 13,000人	約13,000人	約13,000人	約12,000人	約12,000人～ 15,000人	約12,800人
土日祝 (1日当たり)	約15,000～ 16,000人	約11,000～ 12,000人	約11,000～ 12,000人	約10,000人	約9,000人	約9,000人～ 10,000人	約4,400人

※ 視察件数は、全国各地の行政・民間企業等のほか、海外からもお越しいたごき、**開業後6か月で、284件（約5,044人）**となっている。



写真 視察（車両基地）の様子



写真 視察（座学）の様子

ライトライン 導入の効果

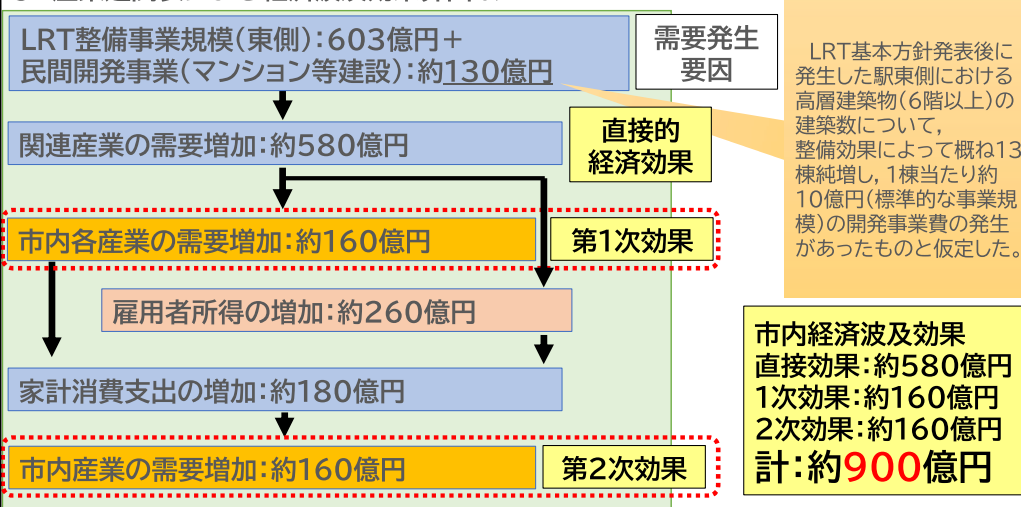


まちづくりの効果試算(駅東側)



- ・「栃木県産業連関表」に準拠し作成した、「宇都宮市の産業連関表(令和4年1月作成)」を用いて試算

○ 産業連関表による経済波及効果算出イメージ



出展:「平成27年宇都宮市産業連関表(令和4年1月作成)」により算出

32

1 沿線人口の増加

- ・沿線(ゆいの杜地区)人口が5年で1.5倍に
- ・人口減少・少子化の時代に市内で30年ぶりに小学校が開校
- ・新築賃貸物件への問い合わせは前年同月比587.5%

2 高層ビルの増加

- ・LRT沿線(駅東側)の高層建築物が増加

3 路線価の上昇

- ・2020年に駅東口前が初めて県内首位に。4年連続首位キープ！
- ・2020年当時の上昇率13.7%は北関東最大

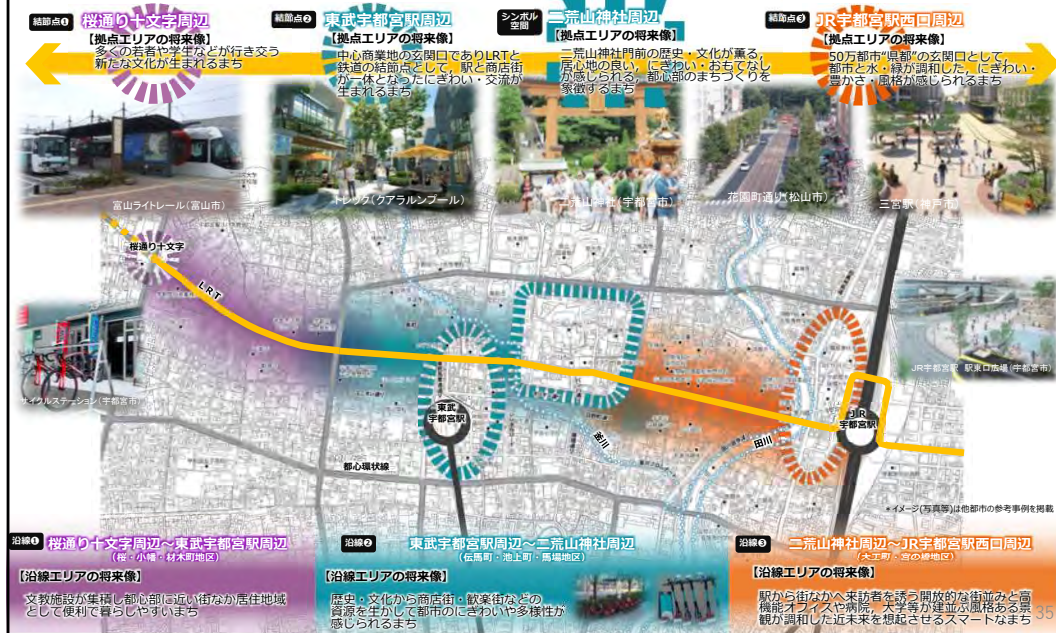
33

駅西側導入 検討状況



「都心部まちづくりビジョン」の概要

- ・地域の成り立ちや特色、地域資源、土地利用等を踏まえ、**エリアを設定**
- ・地元まちづくり団体や商店街関係者と意見交換を重ね**エリアの将来像と方針を設定**



駅西側のLRT導入ルート



2030年代前半の開業に向けて検討を進めていきます。
通勤・通学・買い物がもっと便利に！



芳賀・宇都宮 LRT
Hage Utsunomiya LRT

住めば
愉快だ
宇都宮
UTSUNOMIYA

ご清聴 ありがとうございました。

宇都宮が大切にしたいこと、
それは日々の暮らしの豊かさ。
100年先も宇都宮を訪れる人が、
住みたいと思える街になるために、
そんな愛すべき宇都宮らしさを、
もっともっと。





ITS を活用した公共交通の利便性 向上に関する取組

交通システム研究部
山口 大助



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

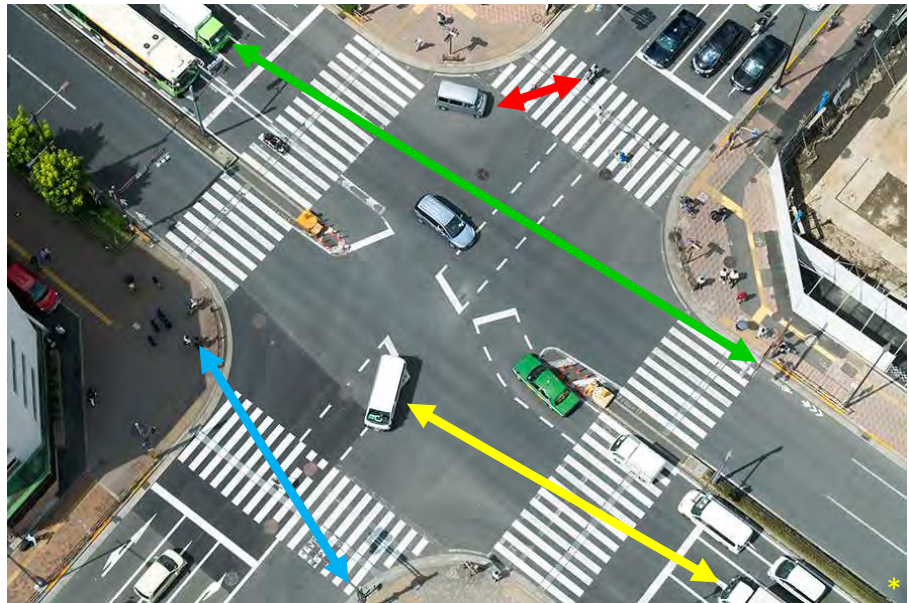
X 2 Y

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



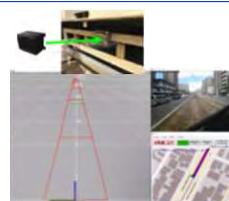
2013年10月
ITS世界会議
デモンストレーション
@広島

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



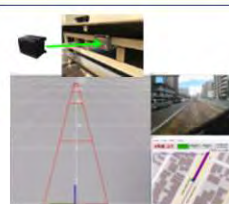
2013年10月
ITS世界会議
デモンストレーション
@広島

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)技術を活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!

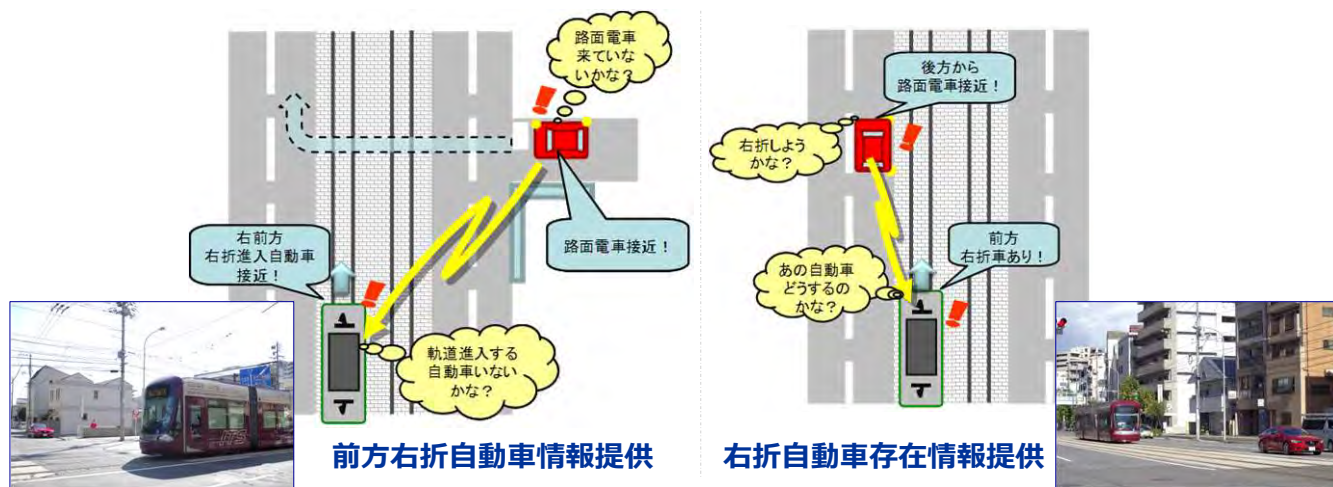
安全運転支援のために必要な情報のやりとり



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、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

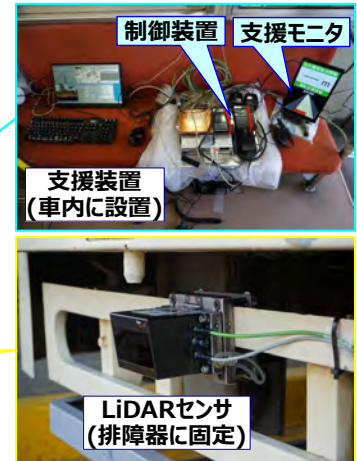
(Light Detection And Ranging)

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



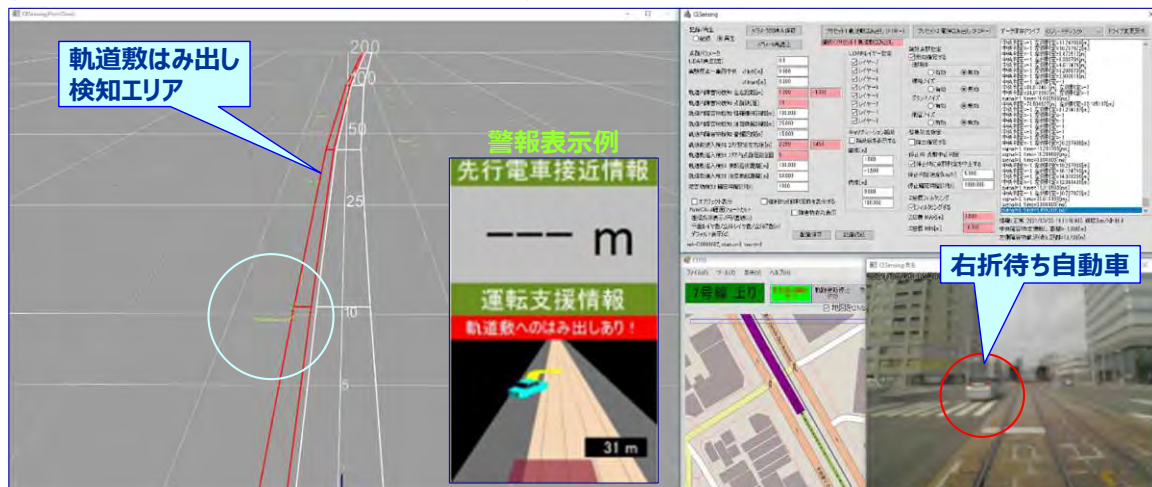
V2V? ではなくて, V2L!

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

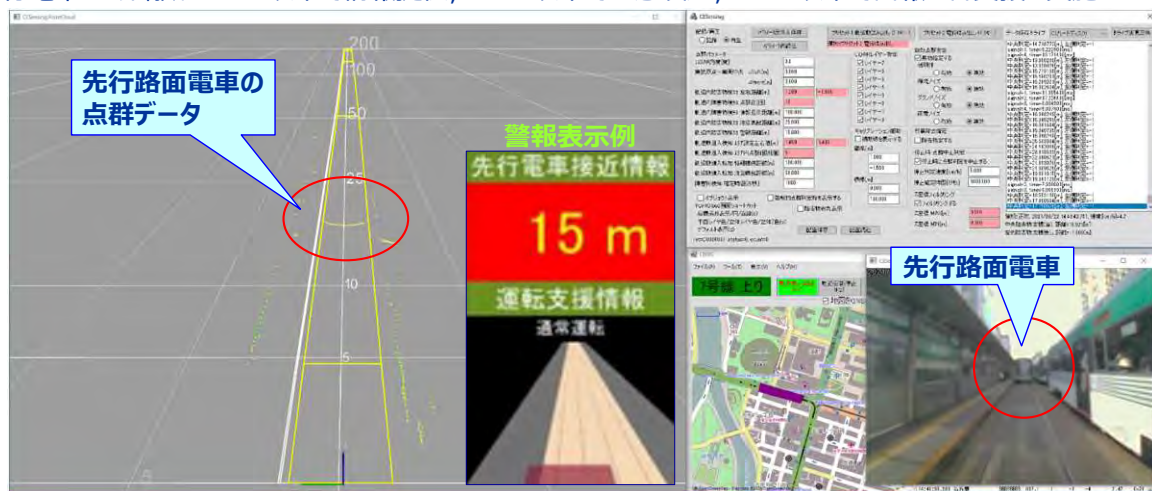


V2V? ではなくて, V2L!

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



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)



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 comes



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



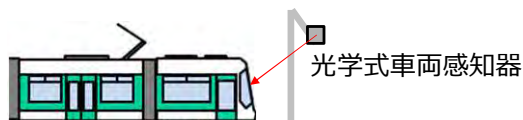
V2Iだけでなく、L2Iも

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(**P**ublic **T**ransportation **P**riority **S**ystems: 公共車両優先システム)

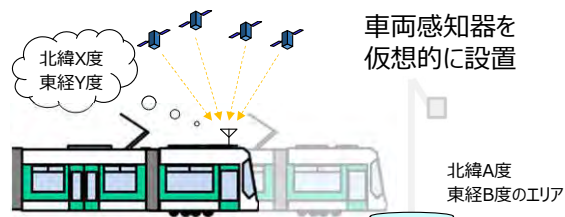
従来

光学式車両感知器
(光ビーコン)で車両が
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



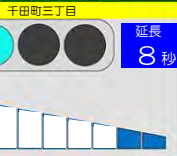
V2Iだけでなく、L2Iも

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(**P**ublic **T**ransportation **P**riority **S**ystems: 公共車両優先システム)

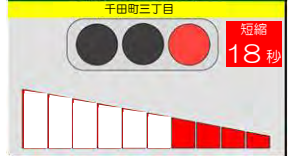
青現示延長時

信号情報



赤現示短縮時

信号情報



- 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▲



路車間通信

車両情報, PTPS優先要求情報
(アップリンク情報)

中央装置
路面電車感応許可指令
青延長時間
赤短縮時間

通信型
ITS路側機

信号制御機

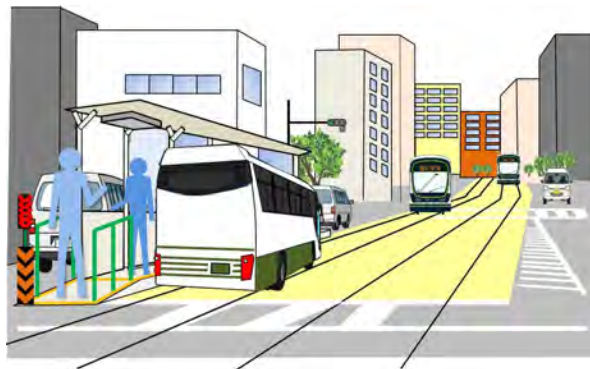
V2Lの応用

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

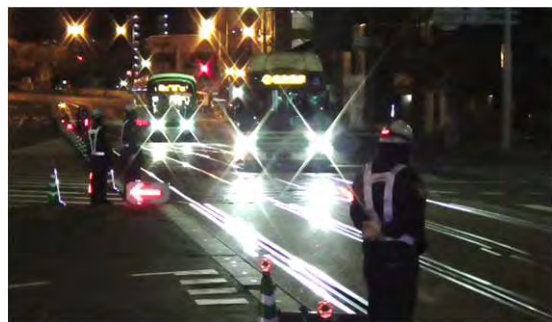


路線バスが路面電車の前に電停へ進入するケース

自動車・バス向け

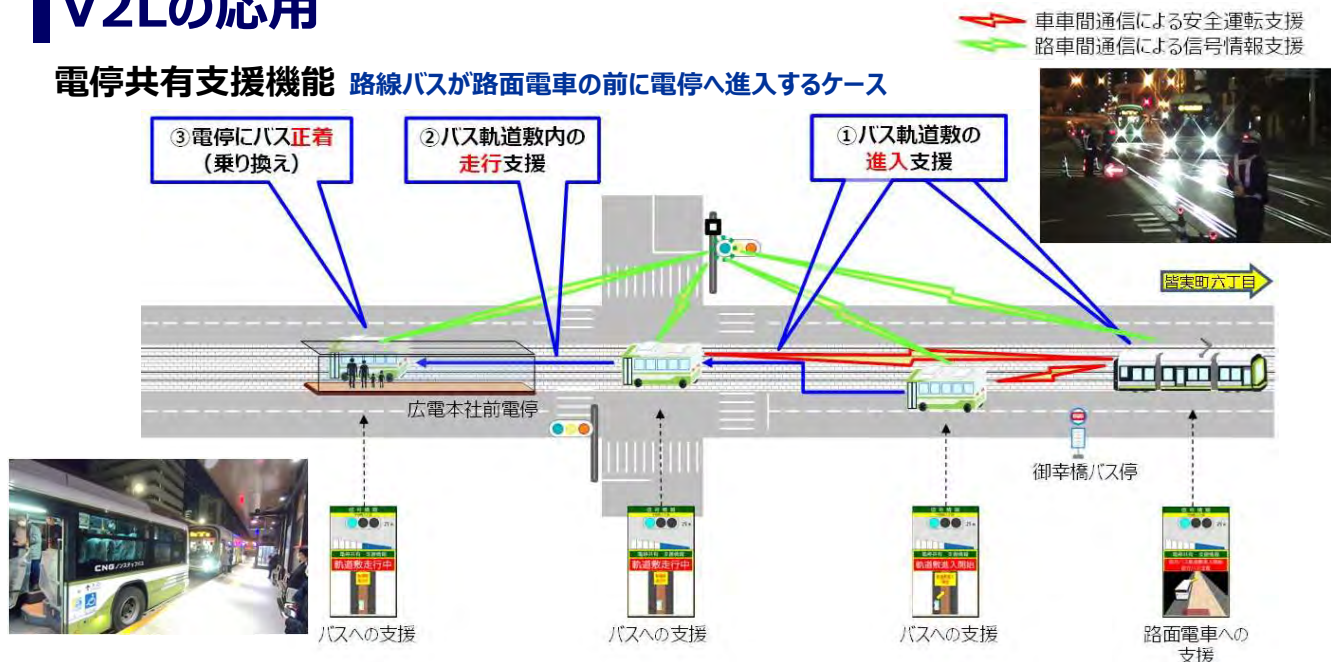


路線バスが路面電車の後に電停へ進入するケース



V2Lの応用

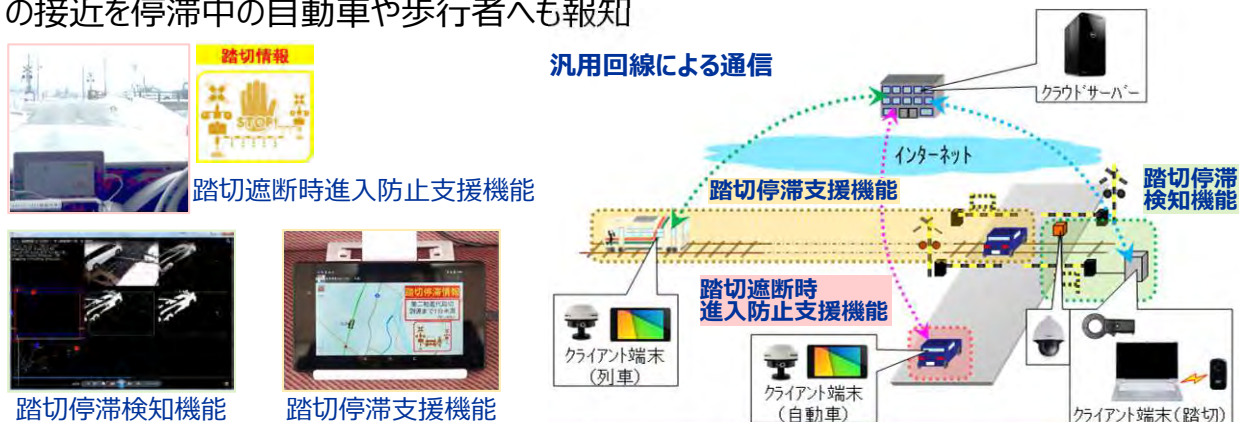
電停共有支援機能 路線バスが路面電車の前に電停へ進入するケース



V2Lの応用 → V2T??

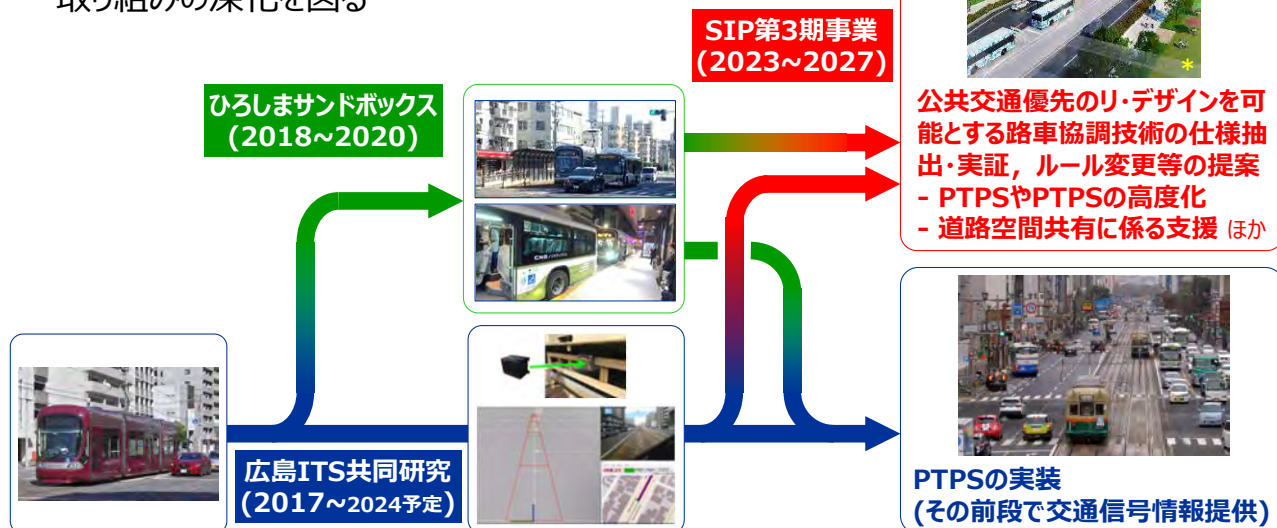
踏切事故防止支援システム

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



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



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

**第4種踏切に対する支援装置の
技術的検証と社会的課題への取組**

交通システム研究部

三好 正太



第4種踏切に対する支援装置の 技術的検証と社会的課題への 取組

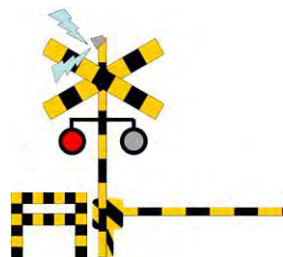
三好 正太
交通システム研究部

講演内容

- 1．取組に至った背景
- 2．踏切支援装置の技術的検討
- 3．現在までの取組状況
- 4．支援装置に対する社会的課題の検討
- 5．むすび

1. 取組に至った背景

踏切の種別及び令和4年度末の設置数



第1種踏切
(警報機有・遮断機有)
29,442箇所 (91%)

うち中小民鉄+路面電車では
6,167箇所 (81%)



第3種踏切
(警報機有・遮断機無)
592箇所 (2%)

212箇所 (3%)

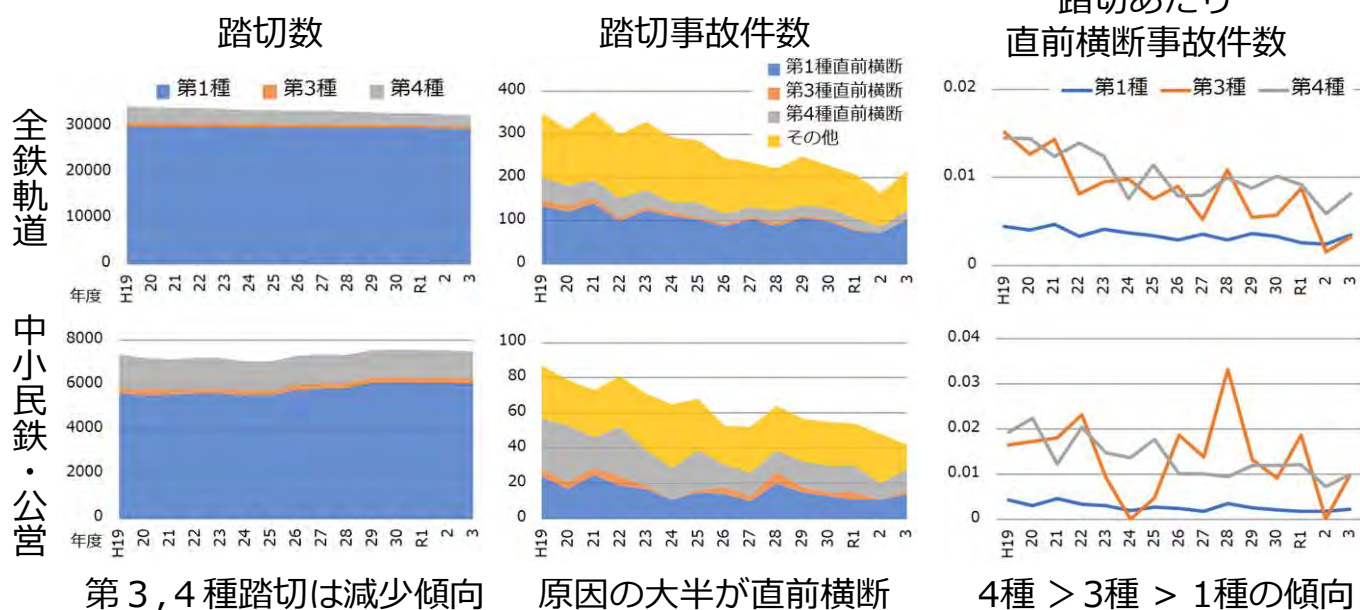


第4種踏切
(警報機無・遮断機無)
2,408箇所 (7%)

1,211箇所 (16%)

※第2種踏切（一部時間のみ人手による警報機・遮断機操作）は、現在国内に存在せず。

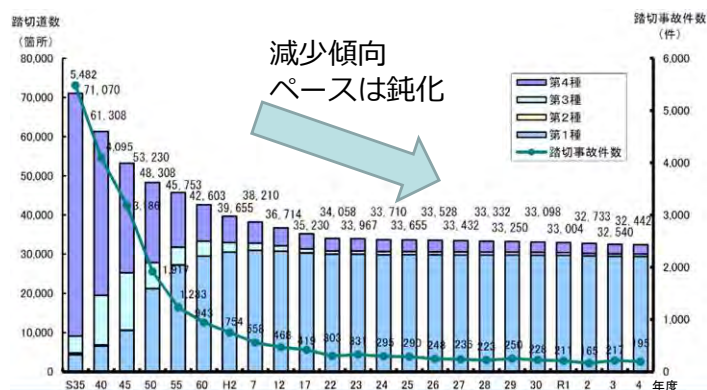
踏切事故の発生状況



第4種踏切に対する国の取組

第4種踏切は、廃止または第1種化の促進

- 踏切道改良促進法による指定 踏切道改良促進法施行規則第二条六
- 鉄道施設総合安全対策事業費補助 一定の条件のもと整備費用の一部を補助
- 地方踏切道改良協議会合同会議の都道府県への設置



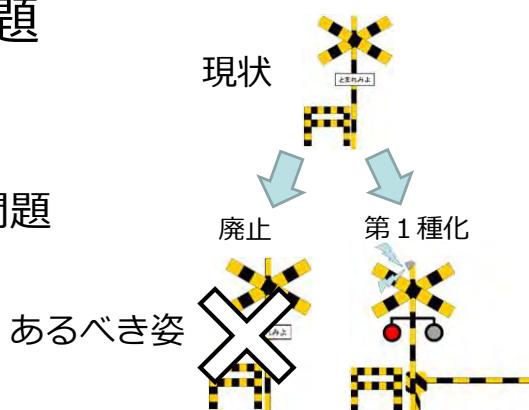
出典：2022年鉄軌道輸送の安全に関わる情報

令和6年度 講演会

4

第4種踏切に対する取組の課題

- 廃止は地元との調整が難しい
 - 第1種化は設置費用大
 - 第1種踏切維持のコストや労力も問題
- 経営が厳しい地方鉄道において
依然として第4種踏切が残存



廃止または第1種化までの暫定対策として
踏切保安装置ではなく、踏切支援装置が
有効ではないかと考えた



先行事例：第4種踏切安全性向上の様々な取組

踏切道内標示

踏切の存在を通行者に提示

看板・柵・ポール等

通行者の一時停止・

左右確認の促進



簡易ゲート

手動で開閉

直前横断の物理的対策



列車接近表示・警報機

列車接近を通行者に

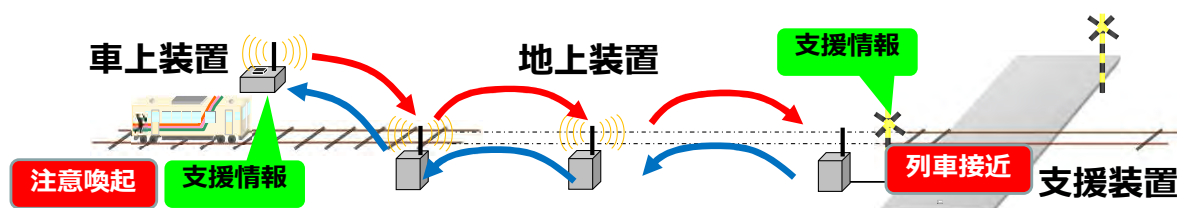
知らせる対策



踏切通行者に対する支援

2. 踏切支援装置の技術的検討

踏切支援装置の目的 通行者・列車運転士両方を支援



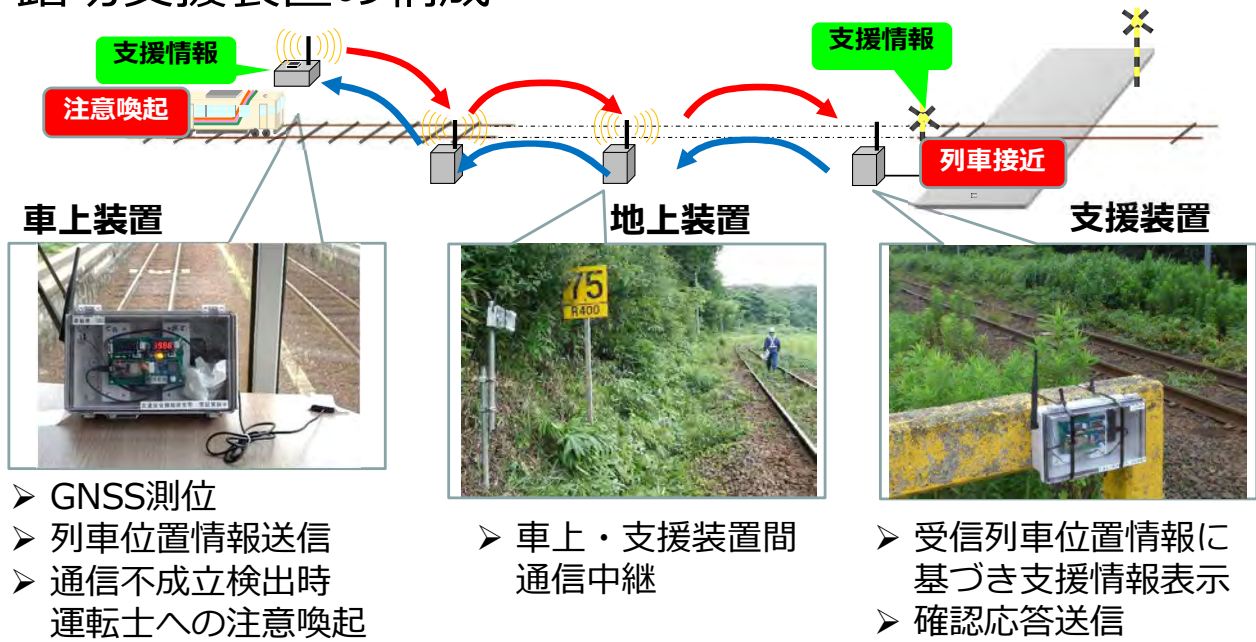
車上・地上間の双方向無線通信により

- 通行者へ列車接近を報知可能
- 列車運転士へ支援装置の故障を通知可能

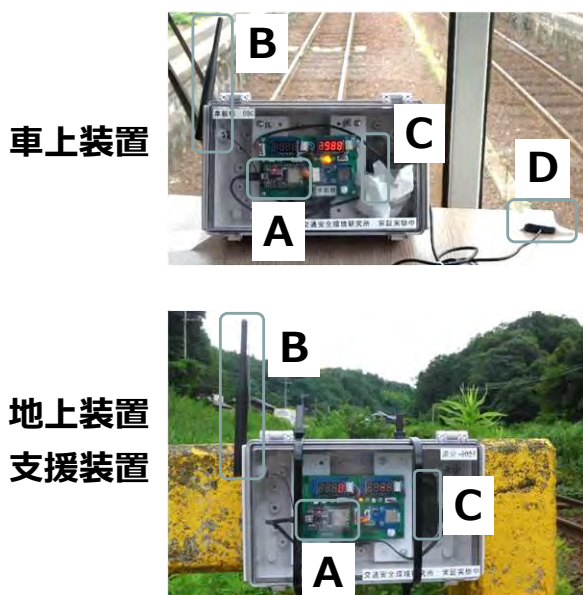
支援装置は踏切保安装置より低コストの位置づけ ⇒ 故障リスクを無視しない

通行者の安全確認・列車運転士の運転行動・支援装置
を併せて踏切の安全性を確保

踏切支援装置の構成



踏切支援装置の構成要素



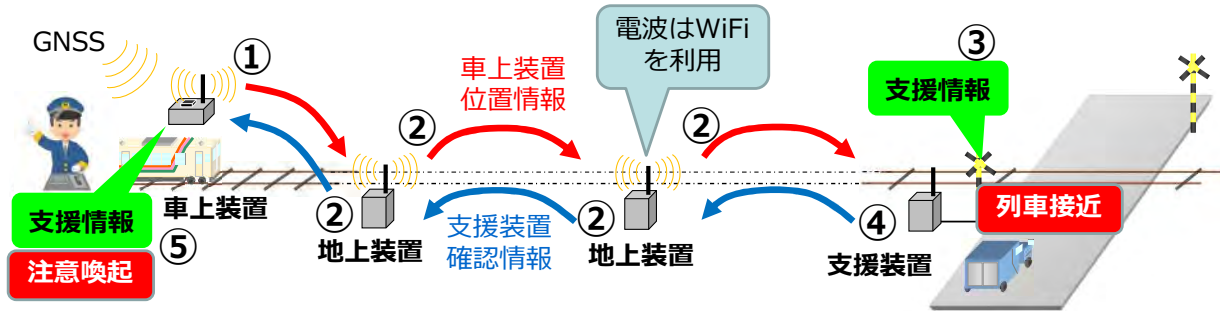
- A) 組み込みマイコン
- B) Wi-Fiアンテナ
- C) モバイルバッテリー
- D) GNSS受信器 (車上装置のみ)

将来、地上・支援装置に付加予定
E) ソーラーパネル
F) 支援情報報知装置



A) 組み込みマイコン(ESP32)

踏切支援装置の動作



- ① 車上装置は、GNSS測位に基づくキロ程+進行方向等の情報を送信
- ② 地上装置は、受信メッセージを転送再送信
- ③ 支援装置は、踏切のキロ程と列車のキロ程の比較及び列車進行方向に基づき支援情報を報知
- ④ 支援装置は、列車のキロ程を受信したとき、確認情報を送信
- ⑤ 車上装置は、列車が踏切に近づき、かつ支援装置の確認情報を受信できない場合に、運転士に注意喚起を報知

フェイルセーフハードウェアを使用せず低コスト・故障リスクあり
無線通信を用いた閉ループにより故障検知もある程度可能

3. 現在までの取組状況

踏切支援装置のコンセプト検証

2022年度 山形鉄道

地上・車上装置間の通信機能試験

2023年度 京都丹後鉄道

複数地上装置・支援装置と車上装置間の通信機能試験

**踏切支援装置の根幹となる通信機能の
実行可能性検証を行ってきた**

2022年度 山形鉄道



○実験項目

- 見通しの良い踏切における車上・支援装置間通信の基礎試験
- 時速72km/hで踏切通過までに30秒確保
⇒600mの通信距離が必要

○実験結果

- 中継用の地上装置なしで800m以上の通信距離を達成

2023年度 京都丹後鉄道



○実験項目

- (浜分踏切) 見通しの悪い踏切における車上・支援装置間通信試験
- (矢立踏切) 地上装置を経由した車上・複数支援装置間通信試験

○実験結果

- 浜分踏切では、前後140-250m程度において通信成立
- 矢立踏切・第二森の下踏切では、支援装置前後の電波到達距離短い
⇒地上装置を経由することで通信成立
通信距離は各踏切位置より800m以上

通信機能試験の総括

- 電波の見通し良い場所：地上装置のみで800-1000m以上の通信距離
- 電波の見通し悪い場所：150-200m程度 特に水分を含んだ草木に弱い
- 中継用の地上装置を追加することで、装置間通信距離を任意に延長可能
- 通信機能の目標：800m程度（時速72km/hで踏切通過までに40秒確保）を達成

通信機能の有効性が実証できた

今後検討予定の課題

- 電源の設計 太陽電池と蓄電池を予定
- 長期間フィールド運用時の耐久性
- 報知方法（光・音・・・）



報知方法では、技術的な課題に留まらず社会受容性も課題

4. 支援装置に対する社会的課題の検討

技術的には実現可能だと確かめられたが・・・

支援装置の社会実装のために、3点が技術要件に加えて重要

- 報知の確実性
- 通常動作時及び故障時に支援装置が発すべき情報
- 支援に伴う責任の問題

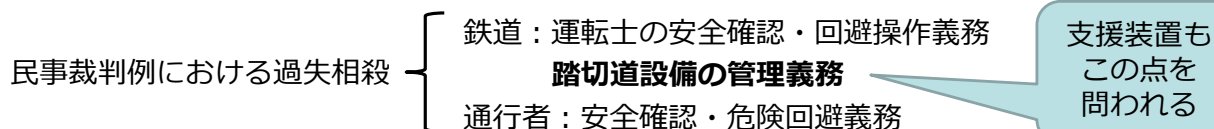
**技術的検証だけでなく、法的・社会的課題も確認し
クリアする必要あり**

踏切支援装置の設置に関するリスク

リスク分類	鉄道事業者のリスク	通行者のリスク
支援装置を設置しないことにより存在するリスク	・ 運行中に通行者と接触する ・ 事故対策に後ろ向きであると見なされる	・ 通行中に列車と接触する ・ 列車の接近が全く知らされない
支援装置を設置することにより発生するリスク	・ 支援装置の誤動作・不動作時の踏切事故は、支援装置の責任とされる可能性がある ・ 支援装置が破壊される	・ 誤動作・不動作した支援装置に惑わされる ・ 報知の光や音が迷惑になる ・ 支援装置が交通の阻害になる
支援装置を設置しようとするとき阻害するリスク	・ 地元との調整が難しい ・ 踏切関連の現状の基準を適用できない	—

踏切支援装置の鉄道事業者にとってのリスク評価

リスク分類	高リスク箇所 例：見通し悪い箇所	低リスク箇所 例：見通し良い箇所
支援装置を設置しないことにより存在するリスク	見通しの悪さを放置したことでの過失	通行者（確認義務・回避行動義務）の過失
支援装置を設置することにより発生するリスク	支援装置が誤動作すると、製造物責任・管理責任の過失	支援装置が誤動作すると、製造物責任・管理責任の過失



支援装置は保安装置より高い故障リスクを持つ
⇒踏切支援装置を設置する踏切を
設置しないリスクが高い箇所のみ限定することも考えられる

通行者に対する表示内容の基礎検討

踏切支援装置の目的：通行者・列車運転士両方を支援

通行者と鉄道事業者それぞれの義務

- 踏切では、車両等は止まり、見て、聞いて安全確認を行ってから通行しなければならない 道路交通法第三十三条・交通の方法に関する教則2章4節
- 運転士が運転中、線路内支障物を発見する法的義務は、鉄道法規には規定されていない 鉄道における自動運転技術検討会とりまとめ



通行者が行うべきことを行うことを前提として、

- 通行者の注意を促す判断材料となる報知
- 新たなリスクが発生しにくい報知を設計したい



5. むすび

- 現在までの取組
 - 汎用装置と無線通信を用いる踏切支援装置の設計コンセプトを提案
 - 無線通信機能の動作を確認・実証
- 今後の取組
 - 技術的課題（電源・表示装置・耐久性）
 - 社会的課題（支援対象踏切選定・通行者への表示内容）

鉄道事業者の協力の下、実路線での試験で検証していく

ご清聴ありがとうございました

謝辞

踏切支援装置実験にご協力いただいた
山形鉄道株式会社
WILLER TRAINS株式会社
北近畿タンゴ鉄道株式会社
へここに謝意を示します

受託・施設利用等について

■受託・共同研究について

皆様のご要望に応じて、当所の研究業務に関連した受託研究、試験及び共同研究を行っています。
詳細については、企画部技術コーディネーター(kikaku@ntsel.go.jp)へお問い合わせください。

●実績(受託元)

関係省庁(国土交通省、環境省 等)、関係団体、民間企業 等
年間 50 件以上

■施設利用について

ご希望の方には施設を有償でお貸ししています。希望される方は総務課(交通安全環境研究所)
(soumu@ntsel.go.jp)までご連絡ください。なお、貸与は、研究所の業務に支障のない範囲で一定の
基準の下となりますので、予めご了承ください。

令和 6 年度 交通安全環境研究所講演概要

令和 6 年 6 月 13 日発行

編集兼発行人 独立行政法人 自動車技術総合機構 交通安全環境研究所

発 行 所 独立行政法人 自動車技術総合機構 交通安全環境研究所

〒182-0012 東京都調布市深大寺東町 7-42-27

URL <http://www.ntsel.go.jp/>

本書についてのお問い合わせは、企画部技術コーディネーター(交通安全環境研究所)まで
お願いいたします。

電話 (0422)41-3207

FAX (0422)41-3233

○本冊子は、グリーン購入法(国等による環境物品等の調達等の推進等に関する法律)に基づく基本方針の判断の基準を満たす紙を使用しています。

○リサイクル適正の表示:紙へリサイクル可

本冊子はグリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準に従い、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料[A ランク]のみを用
いて作製しています