

新技術の地域への適用と評価

早稲田大学スマート社会技術融合研究機構 電動車両研究所
研究院客員准教授 井原雄人

Research Institute of Electric-driven Vehicles, WASEDA University

自己紹介

- 名前: 井原(武末)雄人
- 所属: 早稲田大学 スマート社会技術融合研究機構 電動車両研究所 客員准教授
: 合同会社ビジュアライト 共同代表
: 一般社団法人日本バス情報協会 監事
: **東のIT嫌いといえば私のこと**
- これまでの研究開発プロジェクト
: 電動車両の開発・実証(東京都、奈良県、本庄市、長野市、川崎市、周南市など)
: コミュニティ交通などの導入(瀬戸市、沼津市、小田原市、大井町、南三陸町など)



20年間車の研究をしていますが車の免許を持っていません

運転できないからこそ自分事として「地域公共交通」を考えています

Research Institute of Electric-driven Vehicles, WASEDA University

レポート

3

交通に関わる新技術が導入されると地域の何が良くなるかを記しなさい

- 文章でなくても構いません。以下の3点を記載してください
 - 何が実現したら
 - 地域公共交通がどう変わり
 - 地域の何が良くなるか
- 総論でなくても、「自動運転が実現すると…」でOK

Research Institute of Electric-driven Vehicles, WASEDA University

実態はこうではなかろうか(画像はイメージです)

4



Research Institute of Electric-driven Vehicles, WASEDA University



コンサルの悪口を言われているようで不快な気持ちになった。



コンサルだけが悪いのではなくて、自治体が仕様書を書けないのが問題なのではないか。

コンサルにダメされているわけではなくて、どうやられ違っているのではなからうか

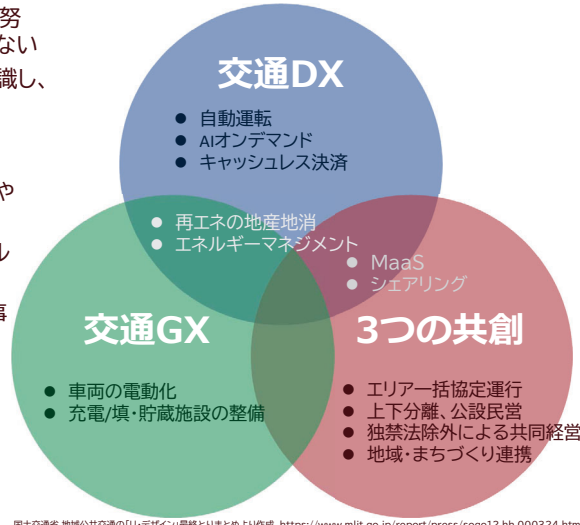


ダメされないすれ違わないために認識を揃えよう

- 地域公共交通の需要減少は交通事業者の経営努力や自治体からの赤字補填だけでは維持できない
- 地域を守る基盤的サービスである価値を再認識し、利便性向上のための**戦略的投資が必要**

- 自動運転やMaaSなどのデジタル技術の実装やデータの活用による「**交通DX**」
- 車両電動化や再エネの地産地消を含めたエネルギー管理による「**交通GX**」
- 関係者との連携と協働による①官民、②交通事業者間、③他分野との「**3つの共創**」

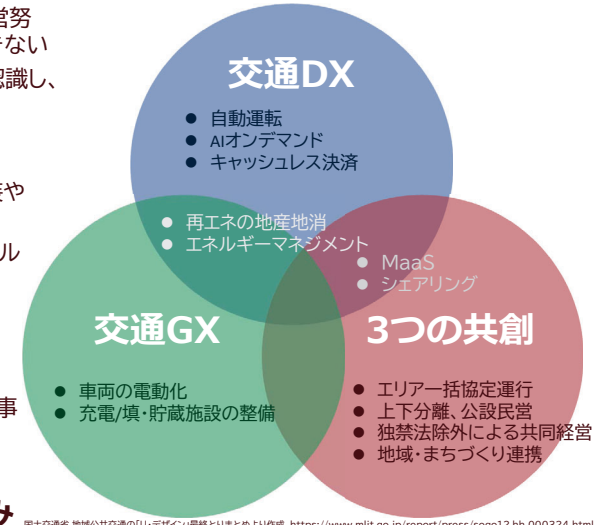
利便性・持続性・生産性を高め
地域公共交通の
再構築（リ・デザイン）を推進



- 地域公共交通の需要減少は交通事業者の経営努力や自治体からの赤字補填だけでは維持できない
- 地域を守る基盤的サービスである価値を再認識し、利便性向上のための**戦略的投資が必要**

- 自動運転やMaaSなどのデジタル技術の実装やデータの活用による「**交通DX**」
 - 車両電動化や再エネの地産地消を含めたエネルギー管理による「**交通GX**」
 - 関係者との連携と協働による①官民、②交通事業者間、③他分野との「**3つの共創**」
- 今ある公共交通の
利便性・生産性を高める技術

多様な立場の参画により
公共交通の持続性を高める仕組み



背景・必要性

- 高齢者人口の更なる増加、ライフスタイルの変化等により、利用者のニーズや移動手段のあり方の多様化とともに、2050年カーボンニュートラルの実現に向けた社会的要請の高まり。
- 地域公共交通分野において、**デジタル技術や交通データの効果的な活用により効率性・利便性の向上を図る交通DX**と脱炭素社会に向けた車両電動化等の交通GXの推進が不可欠。

概要

- AIオンデマンド交通・キャッシュレス決済等の技術や、EVバス・EVタクシー等の導入を通じて、交通DX・GXを推進する事業を創設。(道路運送高度化事業の拡充)
- 国は、社会資本整備総合交付金を含め予算面で支援するとともに、財政投融资を活用した(独)鉄道・運輸機構、の投融资、固定資産税の特例措置により支援できるような措置。

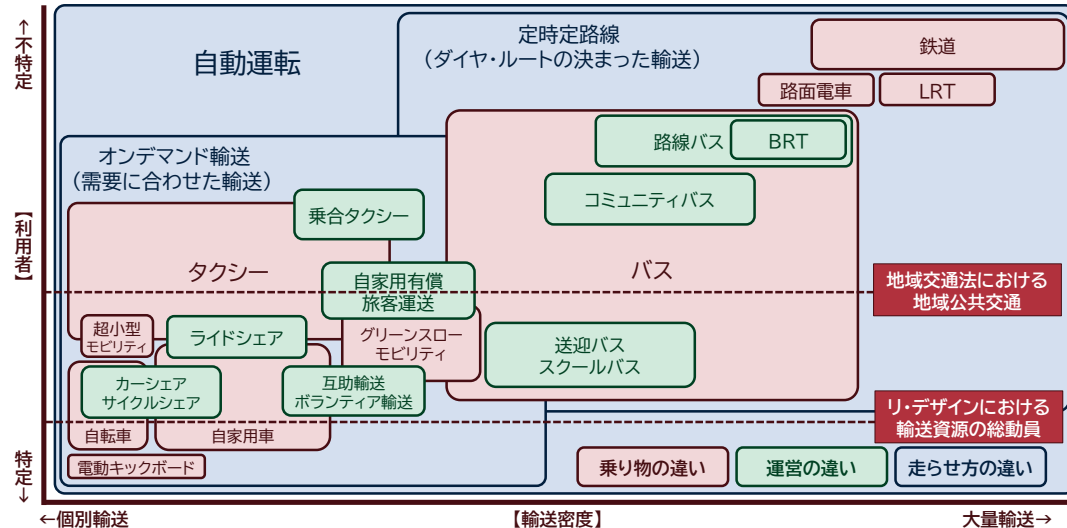


- 多様化する移動ニーズに対応するためには、MaaSによる個々の事業者による**サービスを束ねる**に加えて、様々な特性を持つ**新型輸送サービスを増やす**ことが重要

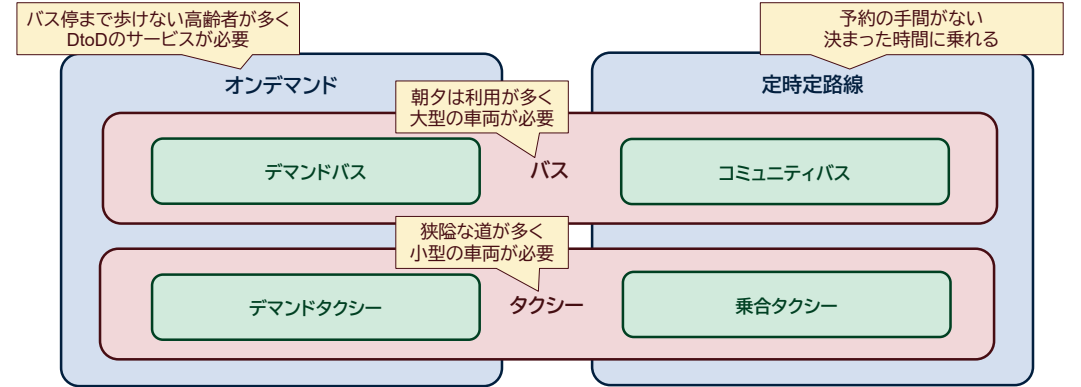


サービス同士を「束ねる」

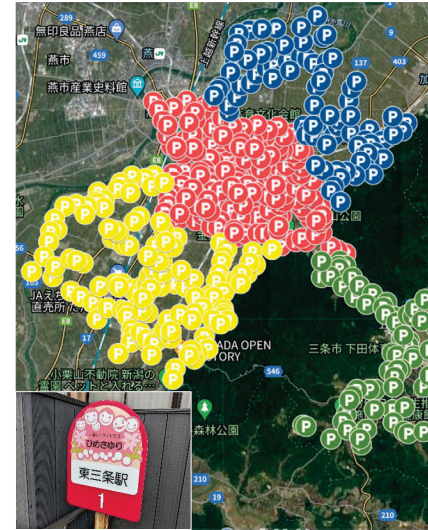
新しいサービスを「増やす」



コミュニティバスの利用が低迷しているのでAIオンデマンドに転換しようと思うのですがどうですか?



コミバスの利用が低迷していることはデマンドに転換する理由ではない



- 市全域を対象としたデマンドタクシー(区域運行)を2011年より実施
- 市内610か所の停留所を設置(半径300mに1か所)
- 400人/日の利用があるが81%が1人での乗車。相乗りを促進するための複数乗車時に割引制度(通常400円/人→300円/人)を導入
- 利用の多い中心部においてAIデマンドシステムを2023年より導入
- 利用者が増加したことで市の負担額は61%増加したが、利用者1人当たりに対する負担額は29%減少



目標と成果の相違

コミュニティバスからの
転換により
自治体負担の削減

利便性が高まり
利用者が増加したことで
自治体負担は増加



およそ7分で出発します

徒歩1分の距離です
4 燕三条駅
新潟500あ4481

のーとさんじょう 4号車
新潟500あ4481

スケジュール

- 日本、〒955-0093 新潟県三條市下 10:10
- 須須 4 9 7
- 乗車場所 10:11
- 4 燕三条駅
- 降車場所 10:32
- 1 東三條駅 遅くとも 10:55頃には到着

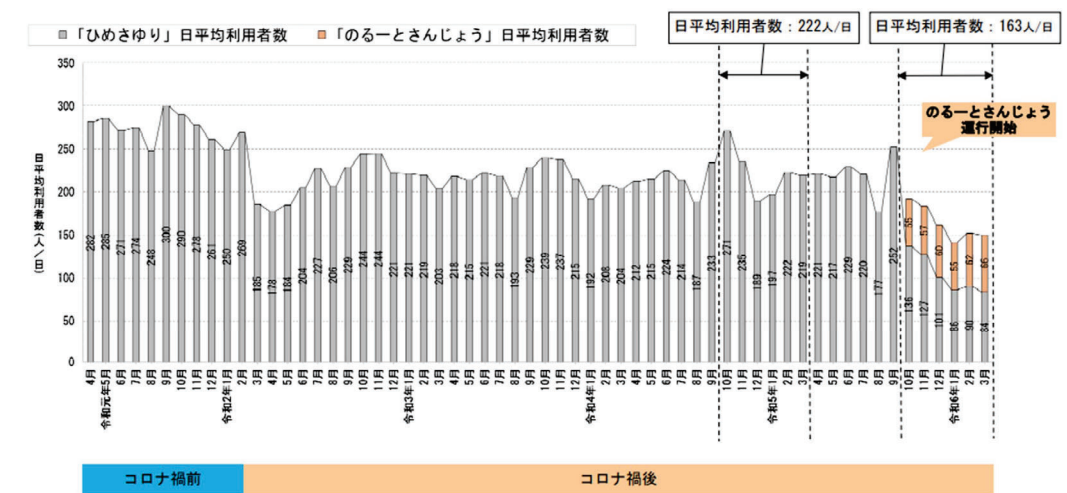
乗車人数
大人 1 変更する

お支払いについて
無料 ¥400

乗車のキャンセル

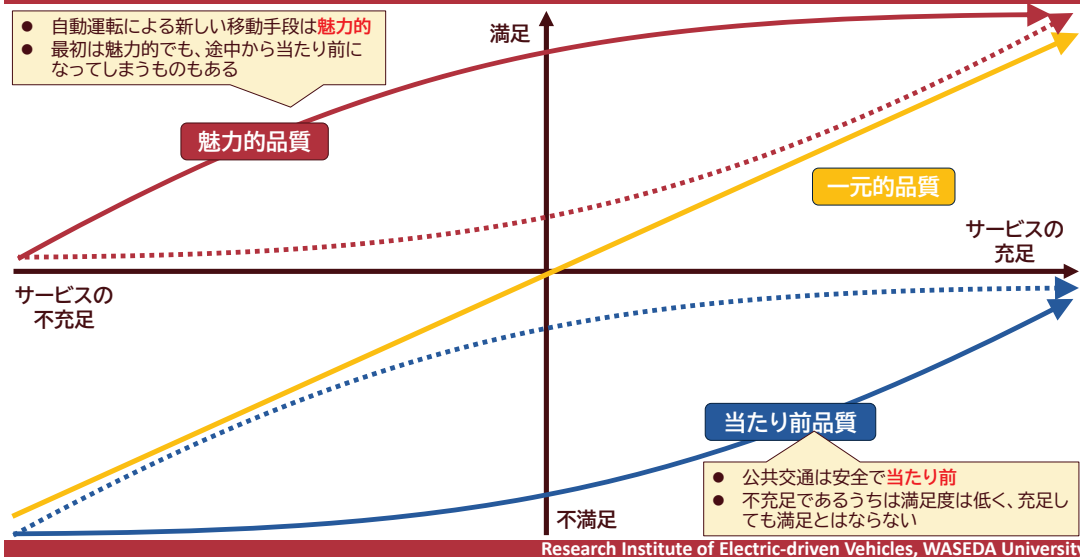
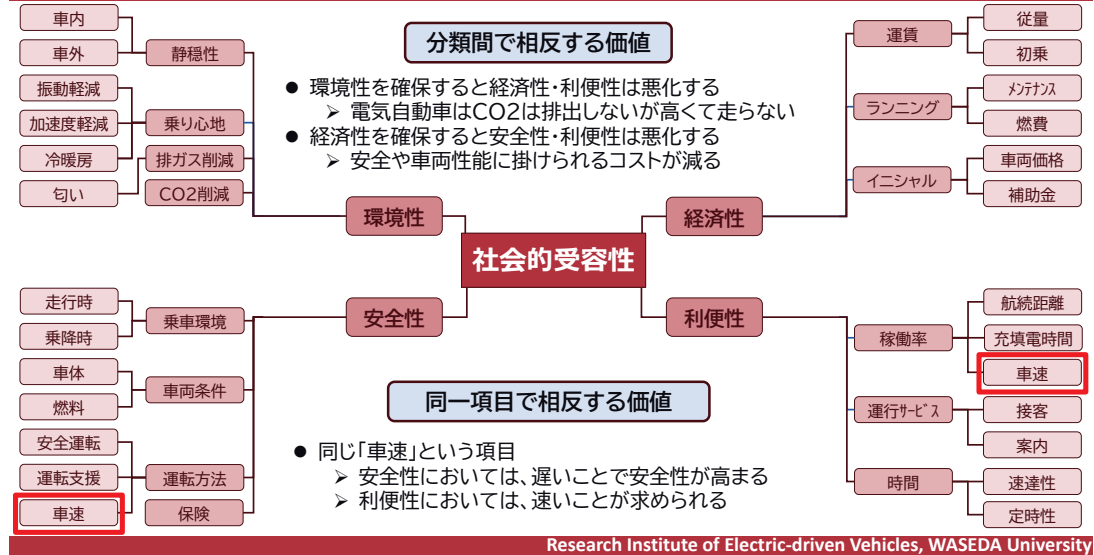
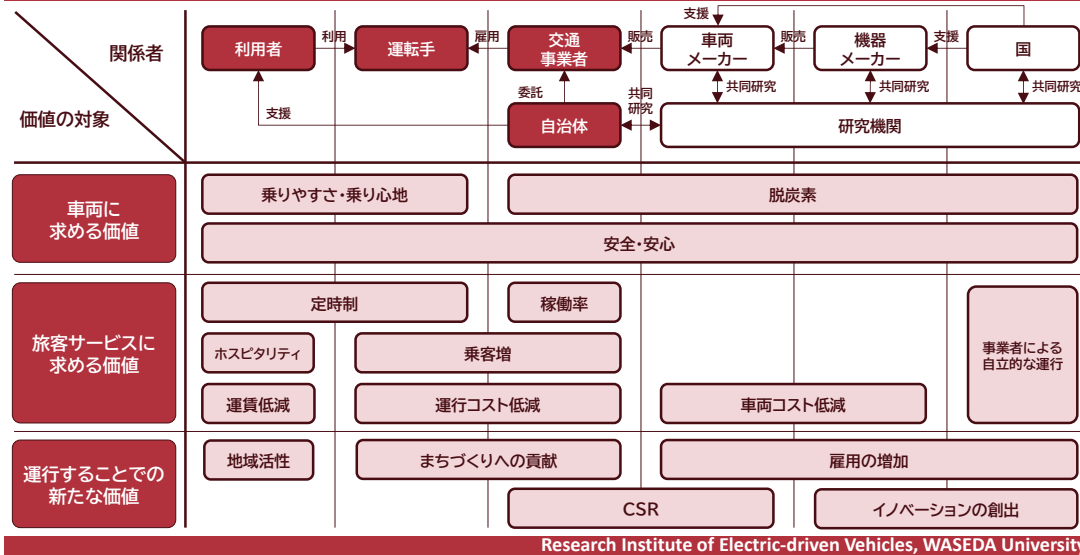
- 一部運行区域でAIデマンドタクシーに転換
- 運賃:一律500円(アプリ予約400円)
- 予約時間:1時間前→リアルタイム
- 予約方法:電話のみ→電話+LINE+アプリ
- 停留所:変更なし
- AIは利用者を集めてくれるわけではなく、走行ルートを最適化してくれるだけ
- 複雑なルートを取るほど乗り合わない、ルートの選択肢がない=AIの出番がない
- 配車予約が効率化=AIは関係ない
- 「AIはここで右折と指示するけど、走りづらい道なので別の道行きますね。」=AIとは

利用している人には利便性向上
利用していない人が新たに使うほど
便利になったのか?



移動のニーズ(目的・時間・頻度)は
把握したはずなのに上手く行かなかった

移動する時に
「何を求めているか(価値観)」が
ミスマッチになってしまっている



価値観が立場や時間によって変わっていくことは分かった

そもそも「何を求めているか」は人によってバラバラ

AIオンデマンド自動運転グリスロMaaSで「全て」解決なんてことはない



ダメきれないすれ違わないために価値観を揃えよう



グリーンスローモビリティを選ばなかった瀬戸市菱野団地の事例 22

- 名鉄瀬戸線(尾張瀬戸駅・新瀬戸駅)からの市内基幹バス、名古屋市内(名鉄バスセンター、藤が丘)からの広域基幹バスなど49便/日の路線バス
- 平均利用者数400人/日程度と利用客の多い黒字路線
- 団地内のどこからでも500m以内にバス停にアクセスでき、集会所・公民館などはバス停の近くに設置
- 八幡台、原山台、萩山台で構成され、台=丘を切り崩して造成したため坂道が多い
- 入居開始から40年が経過し、急速に高齢化が進行した結果、徒歩可能圏が縮小



入居当時は歩けた500mが歩けなくなり公共交通空白地域が拡大



住民バスの運行ダイヤと走行ルート

運行ダイヤ

八幡台西	八幡台外周	八幡台外周	八幡台外周	八幡台西	萩山台	原山台	萩山台北	八幡台
9:20	9:23	9:25	9:30	9:33	9:40	9:43	9:45	9:57
10:20	10:23	10:25	10:30	10:33	10:40	10:43	10:45	10:57
11:20	11:23	11:25	11:30	11:33	11:40	11:43	11:45	11:57
13:20	13:23	13:25	13:30	13:33	13:40	13:43	13:45	14:02
14:25	14:28	14:30	14:35	14:38	14:45	14:48	14:50	15:02
15:03	15:06	15:08	15:13	15:16	15:23	15:26	15:28	15:40

走行ルート



名鉄バスへの乗り換えのためのダイヤ
9:58 瀬戸駅前行 10:02 発

路線バスへのフィーダー路線を自治会が主体となった「住民バス」として運行



グリーンスローモビリティとハイエースで実証試験

運転説明会



住民説明会



運行車両①



運行車両②



笑顔な車内の様子



運転手との意見交換会



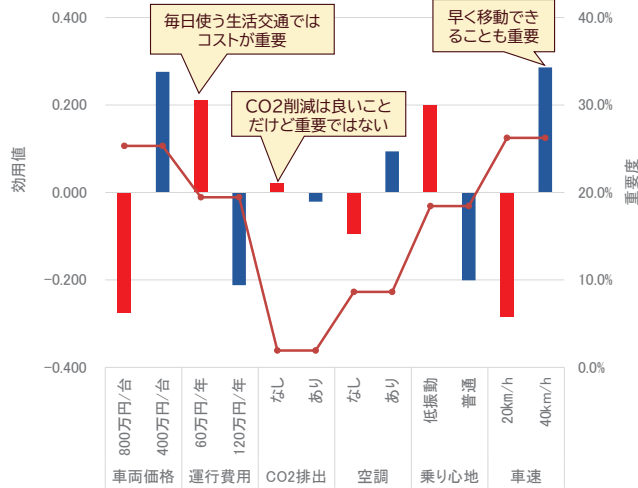
車両選択における価値の比較

25

	ハイエース	グリスロ
導入費用	400万/台	800万/台
運行費用	120万円/年	60万円/年
CO ₂ 排出	あり	なし
排ガス	あり	なし
乗り心地	普通	低振動
車速	40km/h	20km/h

	A車	B車	C車	D車
導入費用	400万/台	400万/台	800万/台	800万/台
運行費用	120万/年	60万/年	120万/年	60万/年
CO ₂ 排出	あり	なし	あり	なし
排ガス	なし	あり	なし	あり
乗り心地	低振動	普通	低振動	普通
車速	あり	なし	あり	なし

- ベースとなる車両条件を基に、項目を任意に設定した架空車両を例示し、それぞれの魅力度を5段階で比較



Research Institute of Electric-driven Vehicles, WASEDA University

ハイエースで本格運行開始

26



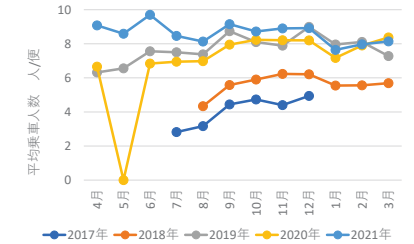
愛知) 瀬戸の葦野団地 住民が無料バス運行

新聞発表 2019年9月22日09時49分



愛知県瀬戸市の葦野団地で地域のボランティアが運転する無料の「住民バス」の運行が始まった。平日は朝、10人乗りのワンボックス車は団地内の主要道路や外周を巡回し、高齢者が安心して移動できる。交通手段確保の新たな手法として期待を集めている。

運行するのは、葦野団地を構成する八幡台、扇山台、瀬戸市の自治会役員や地域住民の有志。市などによって「地味道路コミュニティ交通運行協議会」を立ち上げ、ワンボックス車を運行する。路線バスの停留所や商店街、ク



Research Institute of Electric-driven Vehicles, WASEDA University

自動運転の目的って変わってきていないか？

27

- 自動車産業は、コネクティッド化、自動運転、シェアリング・サービス化、電動化などの産業構造を大きく変える可能性のある変化に直面(CASEへの対応)。
- 特に、自動運転は、交通事故の削減や高齢者等の移動手段の確保、ドライバー不足の解消など社会的意義が大きい一方で、技術的難度が高く、また、その実現のためには様々な制度やインフラの整備も必要。官民一体となった取組が求められる。

より安全かつ円滑な道路交通	より多くの人々が快適に移動できる社会	産業競争力の向上 関連産業の効率化
<ul style="list-style-type: none"> ● 交通事故の削減 ● 交通渋滞の緩和 ● 環境負荷の低減 <p>▶ 日本の交通事故死者数※交通安全基本計画 2021年…2,636人 (24時間死者数) →2025年までに2,000人以下に(目標)</p> <p>▶ 交通事故の約9割がドライバーの運転ミス</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 運転の快適性向上 ● 高齢者等の移動支援 <p>▶ 物流分野においても、特にトラック業界を中心として労働力不足が顕在化</p> <p>▶ 高齢者や子育て世代、車いす利用者等にもやさしい移動手段の提供</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 自動車関連産業の国際競争力強化 ● 新たな関連産業の創出 ● 運輸・物流業の効率化 <p>レーダー カメラ</p> <p>レーザーセンサー 開発中の自動運転車</p> <p>ダイナミックマップ (階層構造のデジタル地図)</p>

国土省 (需要側) の視点

経産省 (供給側) の視点

Research Institute of Electric-driven Vehicles, WASEDA University

自動運転バスの受容性 (三田市)

28

- 自動運転率は向上しているにもかかわらず、乗車人数、乗車意向、満足度の何れの項目も減少
- 同一の車両・内容による実証試験であるため、魅力的品質の低下があることが示唆される

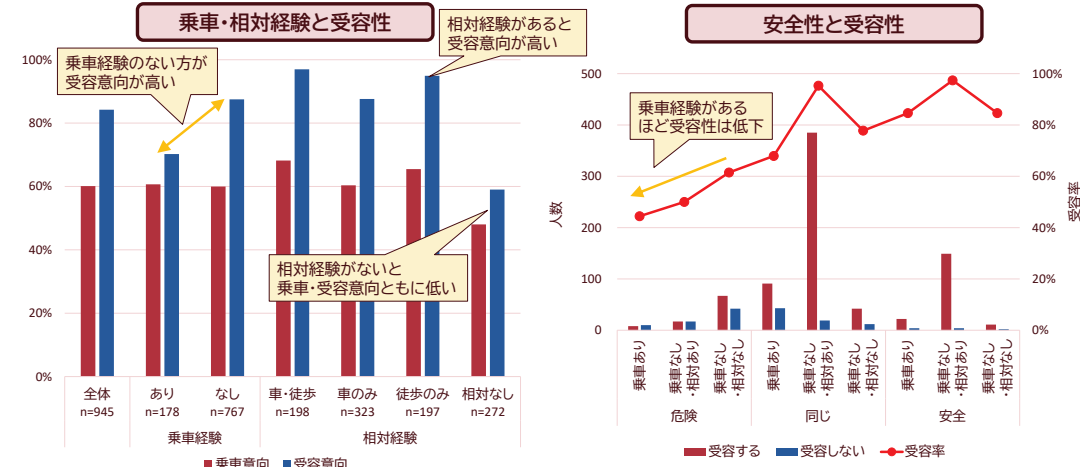
運行の概要		乗車意向・満足度	
項目	2022年	2023年	
運行期間	2月13日~2月26日	10月17日~11月26日	
運行日数	14日間	34日間	
運行場所	兵庫県三田市ウッディタウン地区		
便数	6便/日		
車両	中型バス(定員32名)		
利用者数	861人	810人	
1便当たりの利用者数	10人/便	4人/便	

項目	2022年 (%)	2023年 (%)
自動運転率	90	95
実装時の乗車意向	80	55
路線バス比の満足度	80	70

Research Institute of Electric-driven Vehicles, WASEDA University

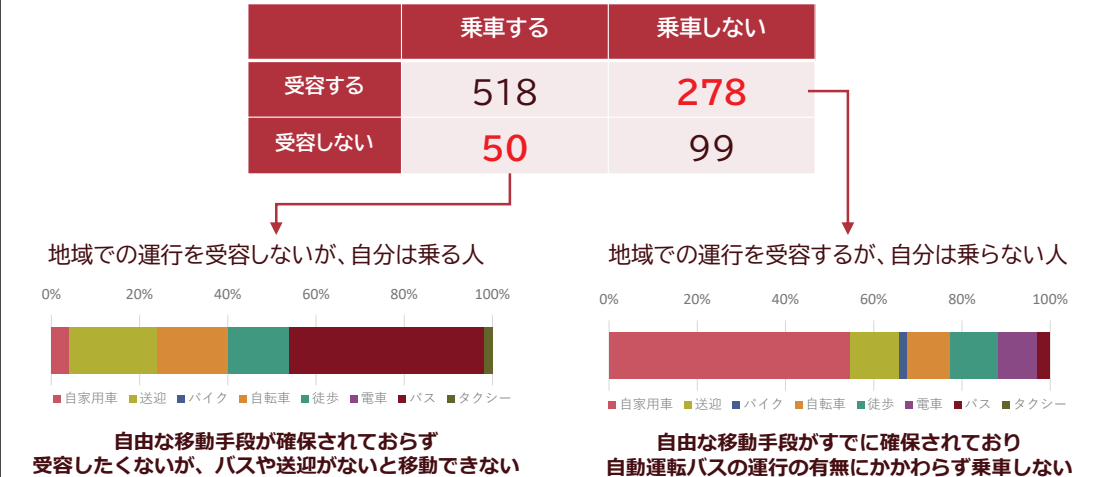
乗車・相対経験による受容意向の変化

- 自動運転バスの乗車および相対(自動車・徒歩でのすれ違い)の経験の有無による受容性の変化について把握
- 乗車・相対時の路線バスと相対的な安全性と受容性の変化について把握



乗車・受容意向の相反

- 乗車・受容意向が相反する回答を抽出し、普段の移動手段との関係性について検討



逆に受容すれば導入できる (かもしれない) 境町

A GNSS
車両位置の特定に使用します。リアルタイムキネマティック(RTK)の手法を用いて基準局の情報を共有することで誤差数cmを実現します。

B カメラ
前後に1つずつ設置し、自車両の安全確認を行います。

C LIDAR
赤外線を照射し物体に反射した赤外線を受光し、障害物検出を行います。ルーフには3Dタイプ、バンパーには2Dタイプを用いて使い分けています。

D オドメトリ
タイヤの回転回数を元に走行距離を算出します。

自動運転バスの定期運行が開始！茨城県境町で

12/28(月) 17:10 配信 14

自動運転によるバスの定期運行が2020年11月26日より茨城県境町で開始された。公共交通が少なく、高齢者の移動手段の確保に課題のあった同町では、この自動運転バスの運行による解決を狙いとしている。自動運転バスが公道を定期運行するのは、自治体が運営するものでは境町が国内初の事例だ。

【写真で解説】自動運転バスが走るルートマップはこちら！

出演：境町役場 地方創生課

乗車定員 15人
座席 11人
立席 4人

速度 25km/h
推奨速度 20km/h

E IMU
加減速センサーと角速度(ジャイロ)センサーを組み合わせて車体の挙動をセンシングします。

SLAM
あらかじめLIDAR情報を用いて作成した地図情報と、現在のLIDAR情報をマッピングして自車位置を特定します。

V2X
信号等の道路に設置してある様々なインフラ側からのデータを受信し、交通ルール等を選択します。

遠隔監視・制御
方が一のときのために、集中管理センターでの監視、及び介入が必要な場合には遠隔制御も実施します。

NAVYA ARAMA <https://www.macnica.co.jp/business/maas/products/133978/>

<https://kurukura.jp/next-mobility/201222-70.html>

利用側が制約条件を受容すれば 現状の技術でも運行可能



ダメされないすれ違わないため結局どうすれば良いの？

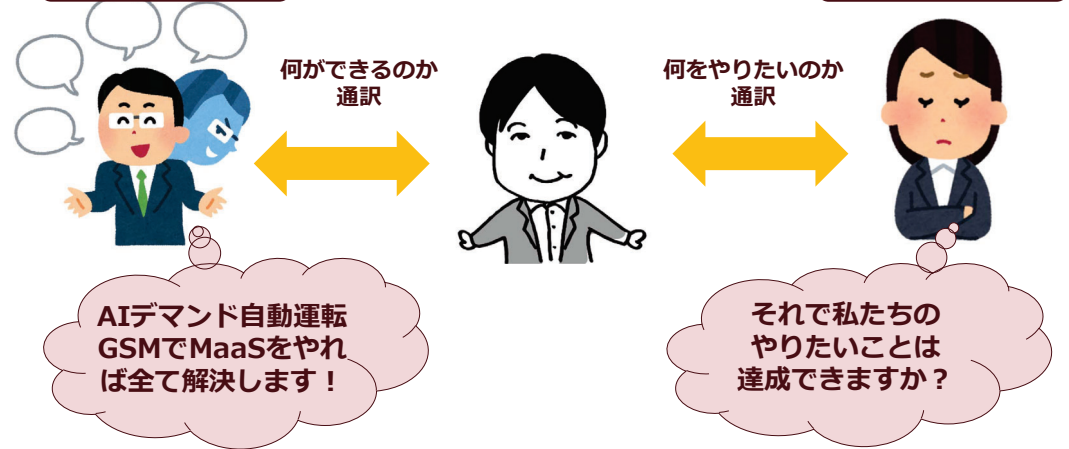
悪徳
こんさる企業

善良な
自治体職員



悪徳
こんさる企業

善良な
自治体職員



No.	区分	所属	役職	氏名	備考
1	1号 地方公共 団体	栃木県 県土整備部 交通政策課	課長	高山 誠	会長職務代理者
2		栃木県市長会 宇都宮市総合政策部 交通政策課	課長	稲葉 寛	監査委員
3		栃木県町村会 茂木町企画課	課長	石河 敏昭	
4	2号 公共交通 事業者等	東日本 旅客鉄道(株) 大宮支社 総務部企画室	室長	伊藤 滋	
5		東武鉄道(株) 経営企画本部	課長	金子 悟	
6		(一社) 栃木県バス協会	専務理事	小矢島 応行	
7		(一社) 栃木県タクシー協会	専務理事	鉢村 敏雄	
8	道路 管理者	国土交通省 関東地方整備局 宇都宮国道事務所 計画課	課長	大和田 宣雄	
9		栃木県 県土整備部 道路保全課	課長	野澤 浩	
10	公安委員会	栃木県警察本部 交通部交通企画課	交通事故 抑止対策官	井上 明	
11	学識 経験者	国立大学法人 福島大学 経営経済学部	准教授	吉田 樹	会長
12		学校法人 帝京大学 経済学部	准教授	五穀 みどり	
13		地域公共 交通の利用者	公募委員	-	福田 珠花
14	3号 その他 必要と 認める者	国土交通省 関東運輸局 栃木運輸支局	首席運輸 企画専門官	上野 直人	監査委員
15		栃木県教育委員会	委員	鈴木 純美子	
16		(同) MoDip	代表	諸星 賢治	
17		(社) 栃木県社会福祉協議会	事務局長	南雲 紀子	
18		(株) JTB 宇都宮支店	営業担当 課長	東浦 未佳子	



- バスデータ等の情報収集、データ作成、データを活用したサービス企画、バスロケーションサービス、オープンデータに関する事業
- 民間・行政のアドバイザー、GTFS等の公共交通データ作成研修での講師、全国各地における講演等を実施。

技術実証 社会実証 社会実装

- 開発されたシステムが、**技術的に動作するか**の実証
- 開発されたシステムが、**地域の中で使えるか**の実証
- 開発されたシステムが、**地域の中で使い続けられるか**
- 必ずしも地域に必要な技術とは限らない
- 短期間の実証では使い続けられるか分からない
- コスト・安全性などを含め地域が受容できるものとなる

自動運転バスの導入に当てはめてみると・・・

- バスが、**どんな条件でもいい**ので自動で走行する
- バスが、**今と同じ条件**(ダイヤ等)で自動で走行する
- バスが走行することに加え、**コスト・安全性などを含め地域が受容する**
- 1日でも、1kmでも、公道上で走れば成功
- 今のバスと同じ使い方ができれば成功
- 使いづづけられて成功

技術側がやりたい実証と地域がやりたい実証のミスマッチをなくそう

地域に合わせた技術を選べば 公共交通の利便性・持続可能性・生産性は高まります

メーカー・コンサルにお願い

技術の紹介ではなく
技術で地域がどう変わるのか
を教えてください

自治体にお願い

地域がどうなりたいか
を考え、言葉にして
それに必要な技術を選んでください

そのための橋渡し役もプロデューサーの役割です



公共交通トリセツ



https://kotsutorisetsu.com/

トリセツ編集会議



土井 勉



福本雅之



井原 雄人



塩土圭介



諸星賢治



ご清聴ありがとうございました

あなたの街の地域公共交通のため
にどこにでもいきます

連絡先

ihara@aoni.waseda.jp