

ラストマイル自動走行の実証評価（永平寺町） などの取り組みと課題

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
情報・人間工学領域 知能システム研究部門
首席研究員、（兼） 端末交通システム研究ラボ長

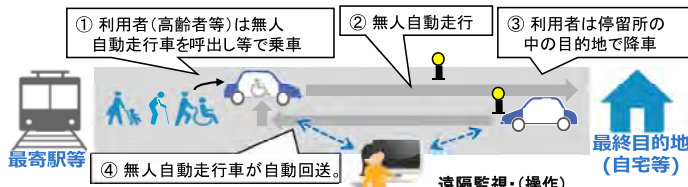
加藤 晋

ラストマイル自動走行の実証評価 プロジェクト概要

経産省・国交省「高度な自動走行システムの社会実装に向けた研究開発・実証事業」のうち、

「専用空間における自動走行等を活用した端末交通システムの社会実装に向けた実証」(FY2016～)

- ◆ 自宅近くと最寄り駅の間など、**短中距離を補完**する**ラストマイル自動運転**(端末交通システム)
- ◆ 2020年以降の実用化に必要な**技術開発**、**社会受容性**や**事業性(ビジネスモデル)**の検討等を行う
- ◆ ラストマイル自動運転の実証地域を公募し、4地域選定、**2018年度実証評価**、**2019年度:2地域で長期サービス実証中**



小型電動カートを活用した運用イメージ

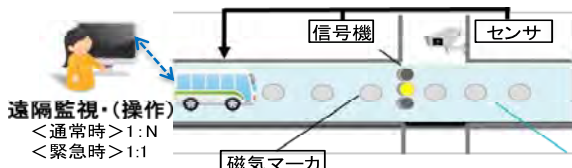


スマートEカート
(低速自動運転カート)

※**高齢過疎地や交通弱者の交通手段、人手不足解消、コスト削減等を目指して地域検証を実施**

- ①自動走行技術の確立
 - ②ビジネスモデルの明確化
 - ③社会システムの確立
 - ④社会受容性の醸成
- のバランスを重視した実証

事業化の最先端を目指す



小型バスを活用した専用空間と運用イメージ



自動運転バス
(先進モビリティ：小型バス)

○2018年度までの実証評価4地域

小型低速
カート利用

北陸



【市街地モデル】 石川県輪島市



【過疎地モデル】 福井県永平寺町



【観光地モデル】 沖縄県北谷町

小型バス
利用



【コミュニティバス】 茨城県日立市

※4つのモデル
地域で実証評
価による事例
づくり

2018年度までの成果

4地域での実証として安全性・受容性評価を実施



国内初の非公道で遠隔型自動運転



バス専用道と一般公道での自動運転



国内初公道での車両内無人の遠隔型自動運転



世界初の遠隔ドライバ1名が2台を運用

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

ラストマイル自動走行の実証評価(永平寺町)

■ 過疎地モデル: 少子高齢化地域の活性化

- ◆ 駅から住居地、観光施設の往復(廃線跡地: 永平寺参ろ一ど)
- ◆ 通勤・通学者、生活施設利用の住民、観光客の併用
- ◆ 観光客の需要促進(遊歩道と沿道施設の利用)
- ◆ 高齢者、夜間、積雪時の安心な交通手段の確保

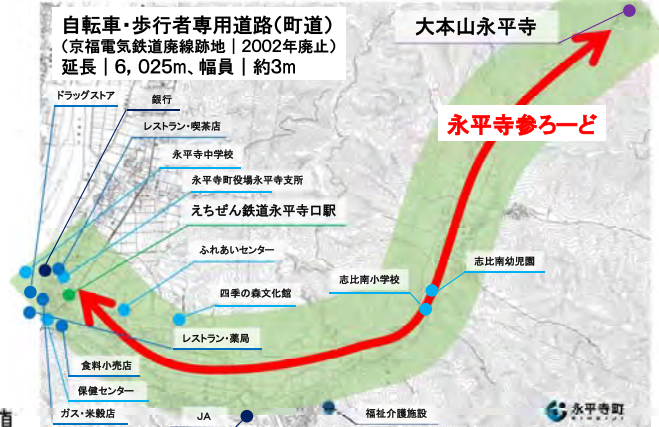
■ 実証課題

歩行者や自転車との共存空間における自動運転

- ◆ 公道との交差点への対応(看板、注意喚起灯、電光掲示など)
- ◆ 夜間、積雪時の走行
- ◆ 遠隔無人運行、需要変動対応(増車)、警備・案内等の付加価値

■ 実証状況

- ◆ 2018年2月26日から積雪走路の自動走行の技術検証を開始(走行限界等の検証)
- ◆ 2018年4月5日から遠隔型自動運転の実証開始、4月23日から利用者の受容性評価の開始
 - 遠隔型自動運転車両の基準緩和の認定(2018/2/23)
 - 公道実証実験に関する道路使用許可のための走行審査適合(2018/3/1)、使用許可(2018/3/23)
- ◆ 2018年10月29日から11月30日まで長期実証(地域事業者による運営、受容性評価)
- ◆ 遠隔ドライバ1名が2台を運用する遠隔型自動運転の世界初の公道実証を2018年11月19日に開始



走行経路(参ろ一どの山側約2km(2017年度整備): 自転車歩行者専用道の公道(自動運転車両は通行許可承認済み)



最大25cm程度の積雪も誘導線検知。状態により走行可



遠隔監視・操作モニターの画面



遠隔監視・操作装置(1台用例)



実証用車両とスタッドレスタイヤとチェーンの装着



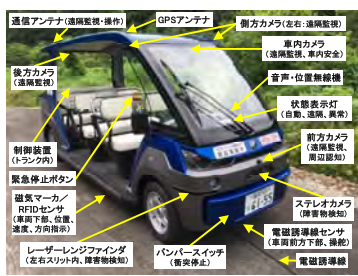
※積雪走路では、雪質と路面状態で走行に影響。これらの検知を行うことが課題。AI画像処理等



除雪車の轍での走行状態検証

2018年度:ラストマイル自動走行の長期実証評価(約1か月)

- 実施期間: 平成30年10月29日から11月30日まで(約1か月)
- 実施場所: 福井県永平寺町の「永平寺参ろ一ど」(東古市～志比(約6km)の往復。途中乗降あり。一部手動区間あり)
- 実施者: 産業技術総合研究所、永平寺町、福井県、ヤマハ発動機(株)、慶応大SFC研、(株)日立製作所、豊田通商(株)、えい坊くんのまちづくり(株)、京福バス(株)等
- 実施内容:
 - ◆ 国内初の複数台の自動運転車両と管制システムを用いた地域事業者の運営による長期連続実証、平日は電話予約制
 - ◆ 利用者(地域住民や旅行者等)を乗せて走行し、ニーズや受容性の調査を行うと共に自動運転車両や管制システムの安全性や運用性の評価(レベル4相当の車両で、ドライバ乗車のレベル2で実証)
 - ◆ 遠隔監視、すれ違い待避所の管制指示、運行事業者の受容性、事業性評価、公道交差部の注意喚起装置の試行、2台定時運行等
- 実験車両: スマートEカート(ヤマハ製電動カートを産総研が改造)



【自動運転等機能】

- ・電磁誘導線により自動操舵、路側のRFIDにより速度制御や停止
- ・走行速度は自動運転時12km/h以内(車両の最高速度は20km/h未満)
- ・障害物を検知し、自動ブレーキ制御
- ・遠隔監視、管制システムとの通信

【車両仕様】: 小型電動カート: 計4台

- ・定員6名: 2台(小型自動車: 全長4.13m、全幅1.35m)、他に定員4名(軽自動車)、車椅子対応車(特殊)

スマートEカートの装置構成

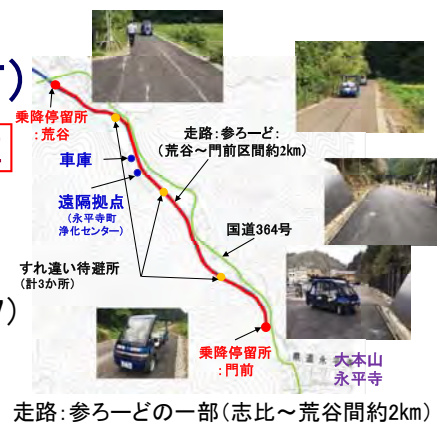
公道交差部例(注意喚起回転灯)

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

遠隔ドライバー1名が2台の車両を運用する 遠隔型自動運転の世界初の公道実証(永平寺町)

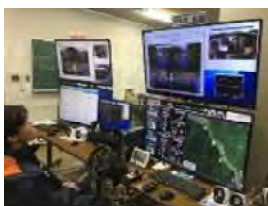
ドライバー不足解消やコスト削減に資する少人数で複数台の運用に向けた実証

- 遠隔ドライバー1名が2台の車両を運用する遠隔型自動運転の基準緩和認定(国土交通省中部運輸局: 2018/10/18)
- 上記実証の道路使用許可(福井県警本部, 福井警察署2018/11/7)
- 世界初の公道実証を開始(2018/11/19~)
- 追加機能(1:2となることでの付加技術)



走路: 参ろ一どの一部(志比～荒谷間約2km)

- ◆ 遠隔ドライバーが1台の自動運転車両の操作を行った場合: 自動的に他の車両を安全に停止させ、操作後に2台を同時に再発進できる機能や、追加の遠隔ドライバーが対応できる体制の場合には速やかに他の自動運転車両の運行を再開できる機能等を付加
- ◆ 車両周囲音対応: 緊急車両のサイレン音を検知し、遠隔ドライバーにどの車両での検知かを注意喚起する機能を付加
- ◆ 管制による運行管理: 狭い走路のため、管制システムにより、自動的にすれ違い待避所での通過や待機停止、待機解除発進を行う運行管理機能を付加



遠隔監視・操作装置の配置例(右: 遠隔操作モニタ)

1:2
(遠隔ドライバー1名が2台の車両を運用)

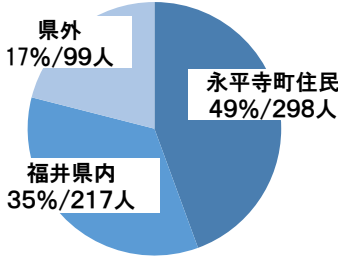


◎延べ100km走行: 介入無し

※今後、自動運転機能の高度化等により自動運転レベル4で運用し、より複数台車両の運用(監視)を目指す。

1か月実証アンケート調査結果

◆ 利用者の居住地



◆ 実証期間

H30.10.29~H30.11.30

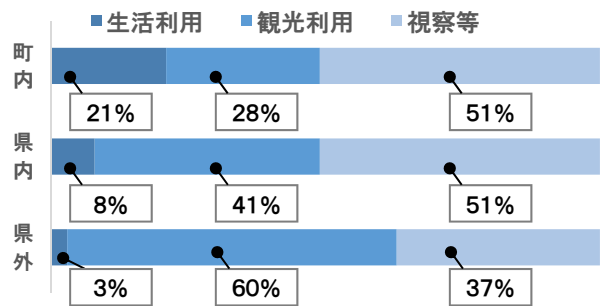
◆ 期間中乗車人数 738人

◆ アンケート回答者数:614人

✓ 約7割が「便利」と回答

✓ 約7割が「実用化後も利用したい」と回答

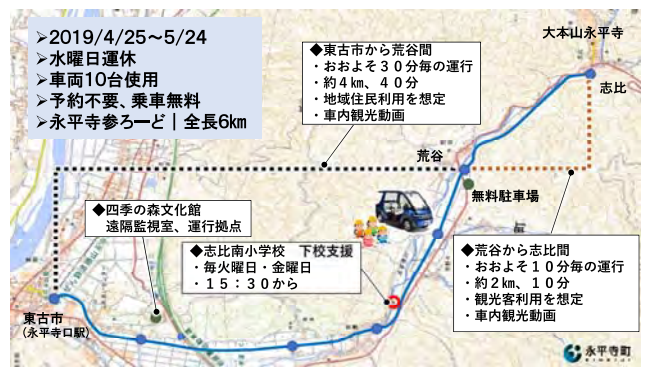
◆ 居住地別の利用目的



- 車両やシステムの安全性と改善点の確認、事業者受容性の確認と改善点などの確認
- 課題: 速度(片道約45分、定時ダイヤで各停留調整)、定員(定員オーバーの需要日あり)、観光利用(定員数や便数、乗車時間、平日予約制など)、利用促進、ダイヤなど、要検討
- 予約必要平日:517人、予約不要土日祝日:221人:予約方法の可否(対応コスト要検討)

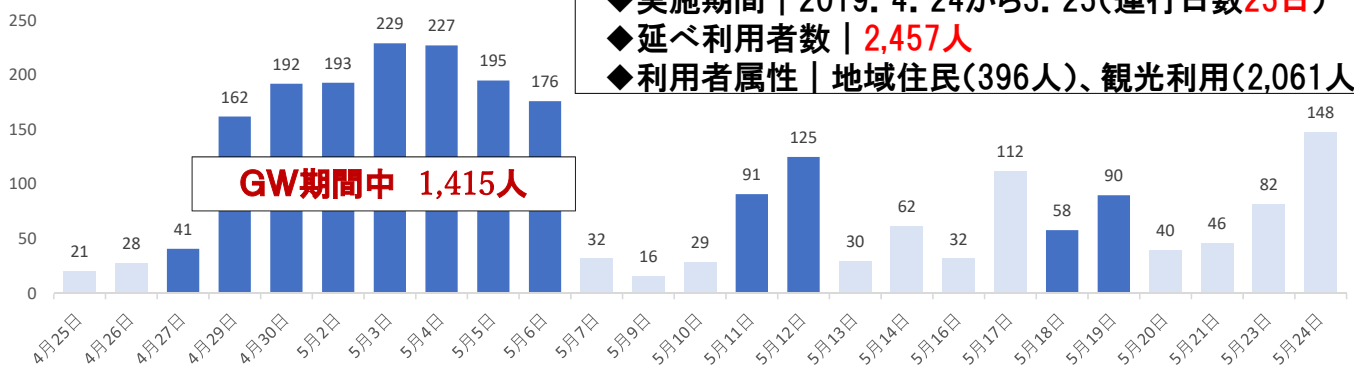
2019年度1か月実証:車両10台による最大需要確認と供給調整

- 2019年のGW期間に実施:観光需要探る
- 区間増(6km:30分間隔、2km:10分間隔)、需要対応
- 無料駐車場(荒谷)設置でパークアンドライド利用を促進。バスや自動車の利用者の取り込み
- 予約なし(定時運行)。小学校下校支援などの試行

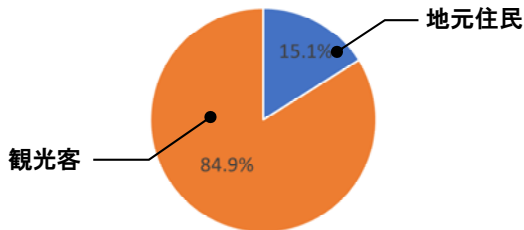


国立研究開発法人 産業技術総合研究所

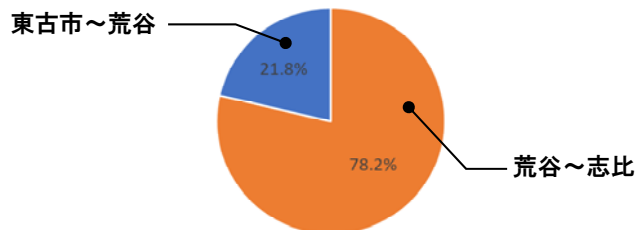
2019年度の1か月長期実証の利用者集計



◆ 自動走行 利用者属性



◆ 自動走行 利用区間



- 需要変動にあったダイヤ編成の必要性(平日と土日祝日、曜日による変化:観光需要)
- 無料駐車場(荒谷)設置は周知不足ではあったが、利用者増に貢献
- 区間での利用者の差は想定通り。小学校下校支援は好評



6か月長期実証:事業化を見据えた実証(採算性等の検証)

2019年度の6か月長期サービス実証(事業性評価)

乗車無料!

**自動走行車両に
乗ろう!**

永平寺町で

6/24日~12/20日

朝9:00から運行

荒谷~志比(永平寺門前) 約2km(約10分間)

東古市(えちぜん鉄道永平寺口駅)~荒谷 約4km(約30分間)

運行日:毎週水曜日・木曜日



自動走行車両に乗ろう! 12/20まで

荒谷~志比(永平寺門前) 約2km(約10分間)

時刻表	東古市(えちぜん鉄道永平寺口駅)~荒谷 約4km(約30分間)																																																
<table border="1"> <tr><th>車</th><th>乗車(月・火・水)</th><th>降車(土・日・祝)</th></tr> <tr><td>09</td><td>40</td><td>20(9:40~9:50)</td></tr> <tr><td>10</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> <tr><td>11</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> <tr><td>12</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> <tr><td>13</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> <tr><td>14</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> <tr><td>15</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> </table>	車	乗車(月・火・水)	降車(土・日・祝)	09	40	20(9:40~9:50)	10	40	10(9:40~9:50)	11	40	10(9:40~9:50)	12	40	10(9:40~9:50)	13	40	10(9:40~9:50)	14	40	10(9:40~9:50)	15	40	10(9:40~9:50)	<table border="1"> <tr><th>車</th><th>乗車(月・火・水)</th><th>降車(土・日・祝)</th></tr> <tr><td>09</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> <tr><td>10</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> <tr><td>11</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> <tr><td>12</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> <tr><td>13</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> <tr><td>14</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> <tr><td>15</td><td>40</td><td>10(9:40~9:50)</td></tr> </table>	車	乗車(月・火・水)	降車(土・日・祝)	09	40	10(9:40~9:50)	10	40	10(9:40~9:50)	11	40	10(9:40~9:50)	12	40	10(9:40~9:50)	13	40	10(9:40~9:50)	14	40	10(9:40~9:50)	15	40	10(9:40~9:50)
車	乗車(月・火・水)	降車(土・日・祝)																																															
09	40	20(9:40~9:50)																																															
10	40	10(9:40~9:50)																																															
11	40	10(9:40~9:50)																																															
12	40	10(9:40~9:50)																																															
13	40	10(9:40~9:50)																																															
14	40	10(9:40~9:50)																																															
15	40	10(9:40~9:50)																																															
車	乗車(月・火・水)	降車(土・日・祝)																																															
09	40	10(9:40~9:50)																																															
10	40	10(9:40~9:50)																																															
11	40	10(9:40~9:50)																																															
12	40	10(9:40~9:50)																																															
13	40	10(9:40~9:50)																																															
14	40	10(9:40~9:50)																																															
15	40	10(9:40~9:50)																																															

TEL:0776-63-3900



東古市(永平寺口駅) 参る一と地点

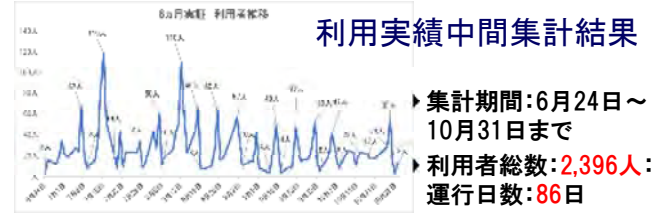
荒谷

志比(門前) 参る一と終点

大本山 永平寺

利用実績中間集計結果

- 国内最長の地域事業者の運用による6か月サービス実証 (2019/6/24-12/20)
- 実用化を見据えたダイヤ編成(平日、土日祝日等の便数変更、定時運行、二路線)
- 採算性を検証。利用需要増への工夫、最適人員配置検証、充電時間確保



実証実験の成果と課題 (主に2018年度4地域実証から)

○車両と周辺技術の有効性を確認

- ◆ 多くの方が関心を持って試乗(2018年度)
 - 永平寺町:738名、北谷町:1,214名、輪島市:338名、日立市:544名
- ◆ アンケート調査から、安全性、実現性に高い期待感(7~8割程度)



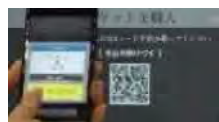
■ 事業性の確立への課題

- ◆ **初期投資と人員のかけ方**
 - 車両やシステムの性能とコスト、メンテ、保安員
- ◆ **移動サービスやそれ以外の付加価値**
 - 利用促進のための仕掛け:ツアー、下校支援、貨客混載など
 - 地域の管理や見守り、外出促進など
- ◆ **MaaSとしての仕掛け**
 - デマンド、定時運行の予約や予約なしでの運行

○運用試行で改善すべき課題を把握

■ 技術的課題

- ◆ ユーザーインターフェースの向上
 - ドライバ、運行管理者、事業者の使いやすさ
- ◆ システムの安定性と安全性の向上
 - 長期運用での不具合やその対応
- ◆ 環境の変化への対応
 - 雪、霧等の天候の変化や、雑草や落ち葉など
- ◆ 公道交差部や他の交通者との安全性の向上
 - 交差車両等への注意喚起、ドライバに接近情報提示
- ◆ **車内安全、自動発進判断、車椅子乗降対応、遠隔監視、決済システム、インフラ連携等の確立**
 - 画像処理やAI技術等での危険検知や乗降判断、正着制御
 - サービス側の検討と開発、信号や路側センサとの連携



■ 社会システムの確立への課題

- ◆ 事故対応、保険制度の確立等
- ◆ **道路運送法対応、旅客運送事業対応、運行管理者設置等**
- ◆ 車両やシステムの安全基準等
- ◆ **地域ルールによる優先のあり方(交差点、駐車車両対応、走行区分等)**

■ 利用者の受容性の醸成の課題

- ◆ **移動サービスのメリットの明確化**
 - 低速車両は、徒歩や自転車の移動との比較
 - 他の交通者の理解や受容性の向上
- ◆ **利用需要増への工夫と変動対応**
 - ニーズの掘り起し、新たなサービスの付加
 - 柔軟な増車・減車や最適な配車 等々

※2019年度:長期実証中、レベル4への開発や中型自動運転バスの開発等も実施中

ご清聴ありがとうございました

- 連絡先

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

情報・人間工学領域 知能システム研究部門

首席研究員

(兼) 端末交通システム研究ラボ長

加 藤 晋

〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2 E-mail : shin.kato@aist.go.jp