

## ラストマイル自動走行の実証評価（石川県輪島市）

加藤 晋

日本では、近年、超高齢社会となり地方では過疎化が進んでおり、ドライバ等の人手不足も相まってバスや鉄道などの路線の縮小や廃止が行われ、また、高齢ドライバによる事故も増加している。そのため、高齢過疎地や交通弱者の移動手段の確保が課題となっており、人手不足解消やコスト削減などに対して自動運転技術の活用が期待されている。本稿では、自宅近くと最寄り駅間や地域内などの短中距離を補完する自動運転技術を活用した新たな交通手段であるラストマイル自動走行（端末交通システム）における2017年12月から開始した石川県輪島市での地域実証評価について、プロジェクト概要、実証技術や実証状況、今後の取り組み等を紹介する。

キーワード：自動運転，ラストマイル自動走行，遠隔型自動運転システム，端末交通システム，地域実証

### 1. はじめに

日本は、超高齢社会、地方の過疎化、人手不足等の課題先進国であり、交通分野においても、高齢過疎地や交通弱者等に対する移動手段の確保が課題となっている。一方、近年の自動運転の技術開発の進展により、これらの技術を活用した新たな移動サービス等に対する期待が高まっている。しかし、自動運転技術を用いた高度な自動走行の社会実装に向けては、技術開発と共に、社会制度や事業環境等の整備に課題が存在している。このような状況を踏まえ、経済産業省および国土交通省は、2016年度から「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」（2016年度の事業名称は「スマートモビリティシステム研究開発・実証事業」）を開始している。その中の1つである「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」のプロジェクト

を、国立研究開発法人 産業技術総合研究所（以後、産総研）が幹事機関として受託し、民間企業や大学等と共に研究開発と実証を進めている。

端末交通システムとは、基幹交通システム（鉄道やバスなど）と自宅や目的地との間、地域内といった短中距離を補完するラストマイルモビリティとも呼ばれる次世代の交通システムのことである（図-1）。本プロジェクトでは、公共的な利用を前提とし、地域の活性化などにつながる端末交通システムとして、自動走行技術を取り入れた運行管理システムなどの研究開発を行っている。なお、「『日本再興戦略』改訂2015」において「改革2020」プロジェクトとして位置づけられている、高齢者等の移動手段（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を含む）については、この技術開発や実証等を通じて、2020年にショーケース化することを目指している。そのため、本プロジェクトでは、2018年度には実際に端末交通

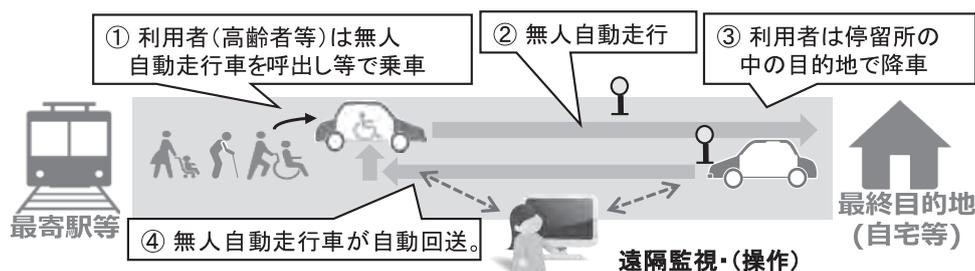


図-1 端末交通システムのイメージ図

システムの導入が求められている地域の実環境で研究開発された末端交通システムの実証評価を行うこととし、開発や環境整備などを進めてきた。本稿では、末端交通システムの実証地域の1つとして選定された石川県輪島市における2017年12月から開始した実証評価について、プロジェクトの概要、実証技術や実証状況、今後の取り組み等を紹介する。

## 2. ラストマイル自動走行の実証評価プロジェクト

### (1) プロジェクト概要

本プロジェクトでは、2020～2030年頃の実現が期待される自動走行等を活用した末端交通システムを対象として、安全性・社会受容性・経済性の観点や、国際動向等を踏まえつつ、必要な技術開発と実証を通じて、その社会実装に必要な技術や事業環境等を整備することを目的としている。末端交通システムについては、標準化等の協調領域が大きく、事業モデルが存在していないため、2020年以降の実用化に必要な技術開発と実証、社会受容性、事業面での検討を実施するものとし、社会実装にあたっての目指すところとして、以下の4つの柱を掲げて進めている。

#### ①自動走行技術の確立

：無人自動走行、遠隔運行の安全性、信頼性等を実環境で実証

#### ②事業性（ビジネスモデル）の明確化

：サービス事業の成立性、継続性の道筋を実地域モデルで実証

#### ③社会システムの確立

：新たな交通システムとして法制度や責任、インフラの整備を実証

#### ④社会受容性の確立

：実地域の利用価値と利害関係者（ステークホルダー）への高い受容性の実証

これらの4つは相互に関連しており、全体を見通したシステム構築とバランス調整が重要である。例えば、技術的には最先端のものであっても、コストや信頼性、耐久性に問題がある場合は事業性に支障が生じることになる。また、運用を想定した責任や法制度が明確になっていなかったり、利用者や運行事業者、地域の受容性が低いものであれば、新たな移動サービスとして成り立たないと考えられる。さらに、実地域における実証評価の事例を示すことは、このような末端交通システムのモデルとして、他の地域への社会実装の拡大に必須な情報となると考えられる。本プロジェクトで



写真1 末端交通システムの車両イメージ  
(左：スマートEカート、右：スマートバス)

は、末端交通システムの導入が想定される場所や事業性などを鑑みて、小型電動カートと小型バスという乗車人数の異なる自動運転車両の開発を進め、地域の利用実態に対応でき、コスト削減を見通せるようにしている。末端交通システムの自動運転車両としては、小型電動カートを応用したものを「スマートEカート」とし、小型バスを応用したものを「スマートバス」として車両をイメージしている(写真1)。本プロジェクトは、このように技術の最先端ではなく、事業化の最先端を目指すものである。本プロジェクトの正式名称が長いこともあり、「ラストマイル自動走行の実証評価」プロジェクトと略している。

### (2) 実証地域の公募と選定

末端交通システムを社会実装する計画に向けて、産総研では、2018年度中までに研究開発された末端交通システムの実証評価を行う地域の公募を、2016年11月7日から12月26日まで行った。短い公募期間であったにもかかわらず、北は北海道から南は沖縄まで、全国33の自治体等からの応募(提案としては44)があり、地域における移手段の確保に対する関心の高さをあらためて実感することとなった。この中から、本プロジェクトに参画する企業や大学等のコンソーシアム内での厳正な審査と、外部有識者により審査プロセスの確認を行い、2017年3月14日に下記の選定地域を決定した。なお、選定の基準は、場所の適性、的確性、実行性、具体性、継続性、地域の受容性とし、短い事業期間で導入の規範モデルとなりうる事例地域として選定している。

ラストマイル自動走行の実証評価の選定地域

○小型電動カート応用：スマートEカート  
(提案：23地域中、選定：3地域)

【過疎地モデル】福井県永平寺町(永平寺町, 福井県)：  
廃線跡地利用

【市街地モデル】石川県輪島市(輪島商工会議所)：  
電動カート実績あり

【観光地モデル】 沖縄県北谷町（北谷町役場）：電動カート実績あり

○小型バス応用：スマートバス  
（提案：21 地域中，選定：1 地域）

【コミュニティバス】 茨城県日立市（日立市役所）：  
廃線跡 BRT 路線の活用 (BRT: bus rapid transit, バス高速輸送システム)

※上記の記載は，【地域モデル名称】 選定実証地域（応募主体）：地域の特徴を示している。

現在，自動運転技術を用いた移動サービスについては，世界各国で研究開発や実証が行われている。しかし，まだ，公道においての持続可能なサービス事業への移行例はほとんどなく，超高齢社会，過疎化，人手不足等の進む課題先進国での事業化に期待が向けられている。また，日本国内においても，現在，民間企業や大学，内閣府なども含めて，数多くの実証実験が行われている。これらの多くが上記の選定発表後に活発化しており，産総研での地域実証の公募に対する応募数の多さとして移動サービスへの期待を示されたことが1つの要因となったと考えられる。

### 3. 石川県輪島市でのラストマイル自動走行の実証評価

#### (1) 走路環境と端末交通システムの構成

石川県輪島市は，輪島商工会議所の応募により，小型電動カートを応用した実証評価を行う地域の一つとして選定している。輪島商工会議所では，かねてより次世代交通対策事業として，地域住民の生活の安全，安心を守ることや観光客の市内中心部での回遊性向上を図る新たな移動手段に，ゴルフ場などで使われている電動カートを活用した新交通システム WA-MO（ワーモ）を開発し，全国で初めて公道走行に必要なナンバーを 2015 年 11 月に取得して，現在も市内中心部をドライバによる運転で運行している実績を持っている。また，走路の一部区間（約 1 km）において，電磁誘導線等を用いた自動運転による公道走行を 2016 年 11 月から開始している。ただし，これは障害物停止や回避，先行車追従，発進等の対応はドライバの対応が必要であり，ドライバの乗車が必要となる自動運転レベル<sup>1)</sup>では，レベル 2 程度にあたるものであった。これは，輪島商工会議所の描く次世代交通の運用方法として，ボランティアのドライバによる運用が含まれており，必ずしも完全自動運転である必要性はな

いたためでもある。輪島市は，このように公道での電動カートの走行実績があり，実際に他の一般車両と共存して運行していることから社会受容性が高いと見込まれることなどが，大きな選定理由となっている。

輪島市におけるラストマイル自動走行の実証評価は，実証環境の特徴から市街地モデルと分類し，生活施設や観光施設などを巡回する一般公道の走路において，他の一般車両や横断歩行者などとの共存空間における自動走行を，遠隔監視・操作システムを搭載した車両を用いて行う社会実験となると想定している。また，輪島市は，高齢化率が 40% を超えており，交通弱者への安心な交通手段の確保と共に，観光客の需要促進（沿道施設の利用）による地域活性化も目標としている。実証実験の走行経路は，WA-MO の自動走行区間（電磁誘導線が埋設された約 1 km）を借用し，ラストマイル自動走行の実証評価用の走路としての改修を行って利用することとした（図-2）。この走路には信号機はなく，一時停止の交差点が 3 か所あり，10 か所の横断歩道があり，5 か所の停留所を設けた左折のみの周回路となっている。小型電動カートを用いたスマート E カートは，今回の実証では電磁誘導線を用いた自動運転時の最高速度を 12 km/h としており，他の車両と比べて低速である。そのため，停留所のうち，1 か所は交通量の多い道路での追従車両に配慮した退避所となっている。走路には，停留所や一時停止，加減速位置に差し掛かる前に制御用磁石が埋設されており，磁石の極配置によるパターンを車両のセンサーが読み取ることにより，停止や加減速，方向指示器の操作などを自動制御している。走路から 100 m 程離れたところに，遠隔監視・操作室を設けている。

端末交通システムとしては，小型電動カートをベースとした自動走行車両と遠隔監視・操作装置で構成し



図-2 走行経路（約 1 km の周回路：一般公道）

た(図-3)。電磁誘導線上を自動走行する車両の自動運転機能をベースに、障害物への自動ブレーキ機能や先行車への衝突回避と追従の機能を備えた自動走行車両と、遠隔地で車両の状態や車内外の映像を監視できる装置と遠隔操作を可能とするゲーム機用のステアリングコントローラを備えた遠隔制御装置を、通信装置で結ぶことで、遠隔型自動運転システム<sup>2)</sup>を構築している。遠隔型自動運転システムとは、自動車から遠隔に存在する運転者が電気通信技術を利用して監視し、必要に応じその運転操作を行うことができるシステムのことを指している。今回の構成では、電磁誘導線の埋設が必要となるが、メンテナンスや運用コストが低く、無人搬送車やゴルフカート等での長年の実績のある機能であることや走路逸脱時には確実に停止することが可能であることなどから、事業性や安全性が高いことを考慮して採用している。通信装置にはLTE(Long Term Evolution)ルータ、Wi-Fi無線LAN通信機、UHFデジタル無線機等を用いており、制御信号、映像信号、音声、位置等の送受信を可能とした。遠隔操作機能を装備した理由は主に2つあり、1つは電磁誘導線上に駐車車両などがあった場合の対応のためである。自動運転車両をさらに自律化し、自動で障害物回避を行わせる機能を装備することも技術的には可能であるが、センサ装置や制御装置のコスト増加、実交通下における走路の制約や他車両の挙動等による難しい走行制御が求められることなどから、遠隔ドライバーにこのような状態時には、遠隔運転操作を任せる仕様としている。ただし、遠隔ドライバーの運転操作も負担を軽減するようにある程度の自動化を図るものとしている。もう1つの理由は、現在の日本の道路交通法の下で、無人回送などの実証を公道において規制をかけないで行うには、遠隔ドライバーが責任を持つ遠隔型自動運転システムとしての車両の基準緩和を受け、

道路使用許可を受ける必要があるためである。今回の実証に用いた小型電動カートは4人乗りの軽自動車仕様のもので、乗車人数が少ない。このことから将来的に移動サービスとしての実運用では、ドライバーが搭乗しないことと共に無人回送ができるようにし、さらに少人数で多数の車両を運用できるようにすることでコスト削減を図ることが求められるためである。端末交通システムの構成は、導入する地域の環境や交通状況に合わせて、モジュール的に組み合わせることで必要機能を構成するものとし、コスト削減を図ることが可能と考える。

## (2) 実証評価の開始と実証状況

輪島市においては、2017年12月18日に出発式を行い、遠隔監視・操作技術と自動走行技術を組み合わせた遠隔型自動走行の実証評価を開始した。実証実験にあたっては、12月1日に国土交通省北陸信越運輸局より遠隔自動運転車両の基準緩和の認定を受けている。これは、遠隔自動運転車両は、車両外(遠隔)にドライバーの運転席にあたるものが存在することになるため、一般の車両とは異なり道路運送車両法によって規定されている保安基準を緩和の認定を受ける必要があるためである。また、本認定を基に警察庁が策定した「遠隔型自動運転システムの公道実証実験に係る道路使用許可の申請に対する取扱いの基準」における石川県警察本部による走行審査を12月12日に受け、公道実証実験に関する道路使用許可を12月15日に取得している。これにより、一般公道において規制をかけずに、自動運転のレベル4相当の機能を持った車両と遠隔型自動走行を組み合わせた実証評価を推進し、安全性や受容性の向上と自動運転による移動サービスの早期実現を目指している。

出発式では、電磁誘導線などによる自動走行や、センサによる自動ブレーキ機能、遠隔監視・操作システムによる遠隔ドライバーの操作による発進停止や、横断歩行者を優先するための一時停止と発進などの走行デモを行った。前日までの雪が路面に残った状態ではあったが、遠隔型自動走行のデモは問題なく終えることができた。また、一部の走路区間においては、保安要員を車外には配置するものの、車両内完全無人での自動走行デモを、全国に先駆けて行った(写真-2~4)。これは、事業性向上に資する無人回送を想定したもので、今後、自動運転機能や安全性、信頼性の向上を図り、車両内無人車両との遭遇に対する他の道路利用者の反応等を収集解析していく予定である。

これまでの実証評価において、いくつかの課題も明

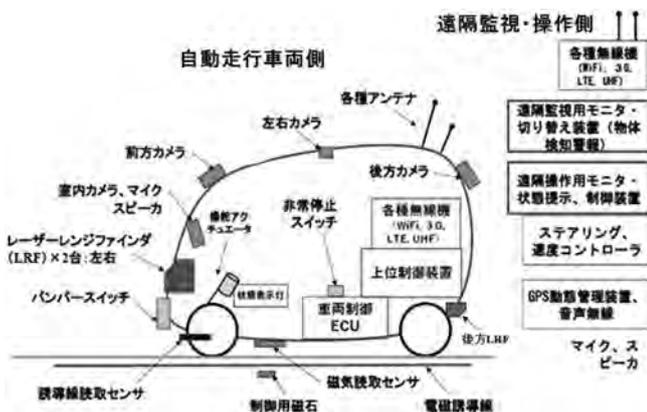


図-3 端末交通システムの装置構成例



写真—2 車両内完全無人での自動走行デモ



写真—3 遠隔監視・操作装置



写真—4 遠隔監視・操作の様子

らかになってきている。まず一つは、降雪時の雪や路肩に積み上げた排雪を、センサが障害物として誤検知するという問題である。今回、センサとしてレーザーレンジファインダを用いたが、今後、カメラなども併用することで、誤検知を減らす予定である。また、自動運転車両が一時停止交差点からの発進時に、左からの右折車両と譲り合いが生じ、先行するタイミングが合わないという問題もあった。ドライバ同士では、アイコンタクトやライトでの意思表示ができる場所ではあるが、自動運転車両の場合に難しい問題である。外部への意思表示を示す機器などの導入が試されるところではあるが、電光掲示での提示には、法規性もあり検討が必要である。さらに、路上駐車車両への対応

も課題である。自車の走路に駐車車両がある場合には、遠隔操縦で行うことになるが、実走路においては、対向車の接近なども考慮する必要がある、難しい運転操作となる。また、対向車の走路に駐車車両がある場合には、駐車車両を追い抜く対向車が走路をはみ出して走行してくることもあり、そのタイミングによっては危険となることが想定される。電動カートを用いた低速な自動運転車両への追い越しは、何度も起きていることから、低速車両が走行することや自動運転車両に優先権を持たせることのルール化や走路に示すこと等の検討が、必要であると感じている。

#### 4. おわりに

課題先進国である日本の超高齢社会、地方の過疎化、人手不足等により、交通分野で課題となっている高齢過疎地や交通弱者等に対する移動手段の確保に対し、自動運転技術を活用した移動サービスの実現による解決を目指したラストマイル自動走行の実証評価プロジェクトを紹介した。実地域での実証評価として、石川県輪島市における2017年12月から開始された実証技術や実証状況などの説明を行った。

今後は、さらに自動運転機能の向上を図り、遠隔監視・操縦者の負担を軽減することや、少人数の遠隔監視・操縦者での複数車両の運行を目指した遠隔型自動運転の拡張、利用者や事業者などの受容性の実証評価を行う予定である。

本実証評価を通じ、端末交通システムの社会実装が加速され、高齢化市街の活性化に資する交通弱者への安心な交通手段の確保や沿道施設の利用による観光客の需要促進につながることを期待している。

JICMA

#### 《参考文献》

- 1) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議：官民 ITS 構想・ロードマップ 2017 ～多様な高度自動運転システムの社会実装に向けて～、P.5、2017
- 2) 国土交通省自動車局技術政策課：遠隔型自動運転システムを搭載した自動車の基準緩和認定制度の創設について、<http://www.mlit.go.jp/common/001229340.pdf>、2018

#### 【筆者紹介】

加藤 晋(かとう しん)  
 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

