

中山間地域における「道の駅」を拠点とした自動運転サービスについて

江種 基、浜田 誠也

ITS・新道路創生本部

本調査研究では、中山間地における人流・物流に対する課題の解消を目的とする、道の駅など地域の拠点を核とした自動運転サービスの速やかな社会実装を行うため、様々な条件下における課題をそれぞれ把握し、持続的な運営に向けた検討を行った。

はじめに

国土交通省は平成28年12月に「国土交通省自動運転戦略本部」を立ち上げ、物流や中山間地域をはじめとする公共交通への活用戦略、車両の技術基準等の自動運転にまつわる重要事項に関する方針を検討しており、その中で、超高齢化等が進む中山間地域において、自動運転車両を活用することにより、人流・物流を確保し、地域活性化に繋げることを目的とした、「道の駅」等を拠点とする自動運転サービスの実証実験を計画し、平成29年度夏頃より開始した。

そこで本調査研究は、自動運転車両が進展する状況を踏まえ、実証実験において取得された実験データ等から、

自動運転サービスが社会実装するために必要となる技術面（道路構造、通信機器等）および社会受容性のあり方等について検討した。

2 自動運転サービス実証実験の概要

2-1 実証実験の目的

本調査研究で対象とする自動運転サービス実証実験は、高齢化が進行する中山間地域において、人流・物流を確保するため、「道の駅」等を拠点とした自動運転サービスを路車連携で社会実験・実装することを目的に実施している（図1）。



出典：国土交通省自動運転戦略本部 第2回会合（平成29年3月29日）資料1より抜粋

図1 自動運転サービスイメージ



出典：中山間地域における道の駅等を拠点とした自動運転ビジネスモデル検討会配布資料より
 図2 平成29年度実証実験箇所位置図

2-2 実証実験の実施箇所とサービス

実証実験は主に技術的な検証を実施する地域指定型5箇所、主にビジネスモデルを検討する公募型8箇所、およびビジネスモデルの更なる具体化に向けてフィージビリティスタディ（FS）を机上にて検討する5箇所にて行われている。本調査研究では、現地において自動運転車両

を走行させた地域指定型、公募型の計13箇所を対象とした（図2）。

2-3 実験車両

実験に用いた車両は、応募のあった実験車両協力者4者の車両である（図3）。

タイプは大きくはバスタイプと乗用車タイプに分けられ

バスタイプ	乗用車タイプ
①株式会社ディー・エヌ・エー  「レベル4」（専用空間） 「車両自律型」技術 （GPS、IMUにより自車位置を特定し、既定のルートを実行（点群データを事前取得）） 定員：6人（着席） （立席を含め10名程度） 速度：10km/h程度 （最大：40km/h）	③ヤマハ発動機株式会社  「レベル4」（専用空間）＋ 「レベル2」（混在交通（公道）） 「踏車連携型」技術 （埋設された電磁誘導線からの磁力を感知して、既定ルートを実行） 定員：4～6人程度 速度：自動時～12km/h程度 手動時20km/h未満
②先進モビリティ株式会社  「レベル4」（専用空間）＋ 「レベル2」（混在交通（公道）） 「踏車連携型」技術 （GPSと磁気マーカ及びジャイロセンサにより自車位置を特定して、既定のルートを実行） 定員：20人 速度：35km/h程度 （最大40km/h）	④アイサンテクノロジー株式会社  「レベル4」（専用空間）＋ 「レベル2」（混在交通（公道）） 「車両自律型」技術 （事前に作成した高精度3次元地図を用い、LIDARで周囲を検知しながら既定ルートを実行） 定員：4人 速度：40km/h程度 （最大50km/h）

GPS：Global Positioning System, 全地球測位システム
 IMU：Inertial Measurement Unit, 慣性計測装置
 ※速度は走行する道路に応じた制限速度に適合

出典：中山間地域における道の駅等を拠点とした自動運転ビジネスモデル検討会配布資料より
 図3 平成29年度実証実験に使用した車両

ており、ヤマハ発動機株式会社以外の車両は、あらかじめ作成した高精度の地図情報と自車の位置を組み合わせて状況・事象に応じて、制御するものである。

3 実証実験の検証項目の検討

自動運転車両の特徴から社会実装の課題を整理し、実証実験の検証項目を検討の上、検証方法を検討した。

3-1 自動運転車両の社会実装の課題整理

(1) 自己位置特定

自動運転車両のうち3次元地図と高精度センサーの照合を行うものは、橋梁やトンネルなどで同じ景色が続くと自己位置が特定できないという課題がある。また、自己位置の特定をGPSにて行う場合には、ビルの反射や上空の遮蔽により精度が低下する(図4)。

(2) カメラ画像の判断

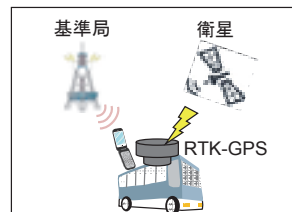
信号現示の判別を可視光カメラで行う場合には逆光等により判別できない状況が発生する。また、右折時では対向直進車の接近状況等の判別が必要であるが、対向の右

●3次元地図と高精度センサーの照合



・ 同じ景色が続くと自己位置特定ができない(例:橋・トンネル等)

●高精度GPS(RTK-GPS)



・ ビルの反射や上空の遮蔽により精度低下

図4 自己位置特定の課題

信号部の処理

■信号現示の判別が必要

- ・ 逆光等により可視光カメラで判別できない状況が発生



折待ち車両による死角のため判別できない状況がある(図5)。

(3) センサーの精度

障害物を検知するためのセンサーにより安全な走行を行うものであるが、雪・霧・雨等の悪天候時にセンサーの検知性能が低下する。また、路面の凹凸等や植樹、草が車道にはみ出している等している場合にセンサーが障害物と検知し、停止してしまう。

(4) 人との協調

人間が運転する場合は、周辺の状況やドライバーの運転を予測していることもあるが、実験に用いた自動運転車両は把握した現在の周辺状況を判断して車両を制御するものであった。そのため、歩行者や自転車等が車両に接近すると緊急停止することもあり、また、譲り合い等の普段のドライバー同士のコミュニケーションができないため、狭隘道路での離合等では走行等の判断ができないこともある。

(5) 社会受容性

自動運転車を用いたサービスを社会実装するためには、サービスを受けるユーザーおよびサービスを展開する地域に受け入れられる必要があり、以下の2つの社会受容性がある。

- ①地域に提供する「自動運転輸送サービス」の社会受容性
- ②「自動運転」自体の社会受容性

3-2 検証項目と検証方法の設定

3-1にて整理した自動運転車両の社会実装の課題と考えられる項目から検証内容を検討し、設定した。大きく分類すると①道路交通、②地域環境、③社会受容性に分

右折部の処理

■対向車の接近状況等の判別が必要

- ・ 対向の右折待ち車両により死角が発生



図5 自動運転車両の不得意な画像判断の例

表1 自動運転車両の不得意な画像判断の例

大項目	小項目	検証内容
①道路交通	○相互に円滑な通行のための道路構造の要件	追越しや離合を考慮した幅員、待避所・停留所の設置、歩行者・自転車との分離
	○自動運転に必要な道路の管理水準	植栽の繁茂、狭小幅員、路肩駐停車車両 等
②地域環境	○気象条件(雨・雪等)	降雨による LIDAR 等の検知能力、積雪時における磁気マーカ等の特定性能 等
	○通信条件(GPS 受信感度等)	磁気マーカと GPS による自己位置特定能力、遠隔操作による走行状況 等
③社会受容性	○自動運転に対する社会受容性	自動運転技術への信頼性、自動運転車両の乗り心地

けられている(表1)。

検証内容の検証方法としては、①道路交通、②地域環境については、実験中に発生した自動運転の停止や手動運転介入などのインシデントを運行記録・車両データ等から把握し、車両に設置したカメラ映像と照合することで、状況把握・要因推定を行うこととした(図6)。

③社会受容性は、実験に参加した乗車モニター、周辺住民へのアンケート調査により把握することとした。

4-2 社会受容性の検証結果

社会受容性の検証結果として以下のアンケート結果から整理した(図7)。アンケート回答者の属性は、回答者数：1,240人(男性：60.5%、女性：39.5%)、高齢者率(65歳以上)：39.2%、運転免許保有率：89.4%であった。間に対する主な結果は以下の通り。

問1、問2：日常的な移動手段の充実に期待する割合が高く、4割を占めた。一方、懸念される事項としては、車両の不具合やメンテナンス対応などが上位を占めた。

問3：乗車した後のほうが、自動運転技術を信頼できると回答した割合が高かった。また、「運転手不在の乗車」のみで集計した場合でも、信頼できると回答した割合は乗車前と比べて高くなった。

問4：自動運転車両を用いた公共交通の将来の利用意向は高い。特に、将来の日常的な移動に不安がある人や、

4 実証実験結果

平成29年度の実証実験における検証結果について技術面、社会受容性面にて整理した。

4-1 技術面の検証結果

検証項目のうち①道路交通、②地域環境に関する技術面の検証結果について、整理した(表2)。

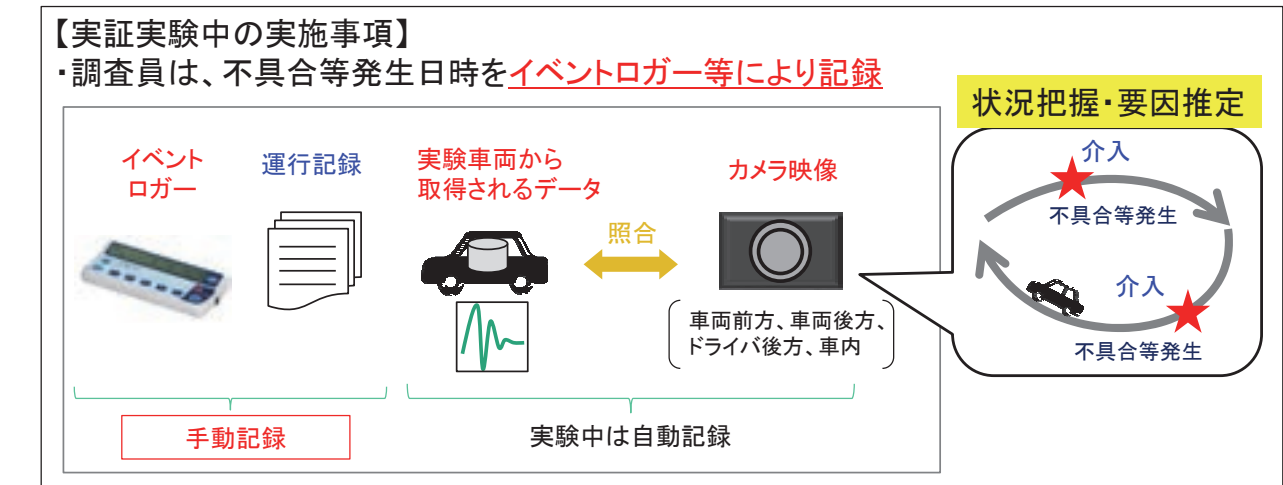


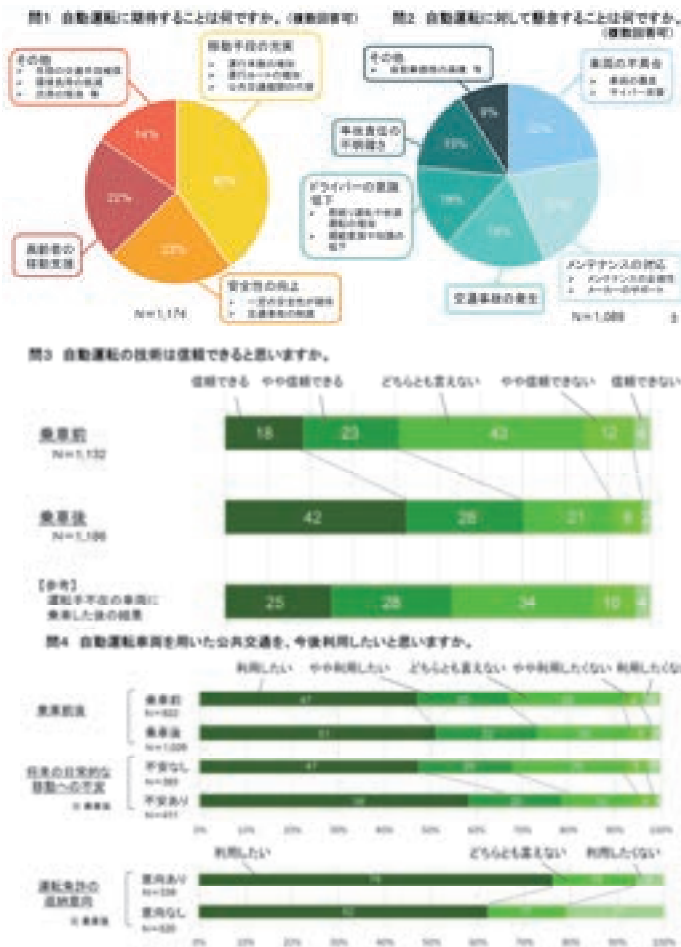
図6 実証実験中の実施事項

表2 技術面の検証結果

(○：円滑な走行のためには解消されることが望ましいもの、●：円滑な走行のために解決すべきもの)

	検証項目	項目	確認された事象
① 道路・交通	○混在空間における道路構造の要件	幅員	○歩道がなく路肩も狭い区間では、歩行者・自転車を検知し、走行停止や手動運転で回避の場合あり
		交差点	○信号の無い交差点においては進入する他車との譲り合いや検知が発生し、走行停止や手動運転で回避の場合あり ○見通しの悪い交差点等では、あらかじめ手動運転とする場合あり
		対向車	○1車線等の狭隘な区間では、対向車を検知し、走行停止や手動運転で回避の場合あり
		後続車	○低速走行の車両は、後続車の追い越し又は滞留が発生する場合があります
	○自動運転に必要な道路の管理水準	植栽	○走行位置の設定によっては、沿道の植栽・雑草(又は道路区域にはみ出した植栽・雑草)を検知して走行停止や手動運転で回避
		積雪	●道路脇へ除雪した雪が走路障害となる場合あり
		路駐車両	●路上駐車車両を検知した場合には、走行停止又は手動運転で回避
○拠点空間における道路構造の要件	スペース	○歩行者や二輪車を検知し、走行停止や手動運転で回避の場合あり	
② 地域環境	○山間部や積雪時等における走行性やセンサーの検知能力 ○路車連携技術の有効性 (走行性、自己位置の特定精度等)	センサー	●降雪によりLidarが障害物認識
		自己位置特定	●トンネル内で自車位置を見失う ●切土部、樹木によるGPS受信個数の低下

※中山間地域における道の駅等を拠点とした自動運転ビジネスモデル検討会配布資料を参考に編集



出典：中山間地域における道の駅等を拠点とした自動運転ビジネスモデル検討会配布資料より

図7 社会受容性アンケート結果

運転免許の返納意向がある人の方が、高い傾向にある。

5 社会実装に向けた課題と解決の方向性

自動運転サービスの実施に向けた実証実験を踏まえた各段階の課題の整理および解決の方向性について検討を行った(表3)。解決策の方向性では、対象とする地域が中山間地域であり、限られた予算の中で運営していくことを鑑みて、地域の協力という観点で検討を行っている。したがって、計画段階における地元との課題の共有を行った上での合意形成が重要と考える。

6 持続的な運営のための検討

自動運転サービスの社会実装のためには、地域特性との整合性と自動運転車両を含めた運営形態(事業スキーム)の継続性を確保することが重要と考え、ビジネスモデルの検討を行った(図8)。

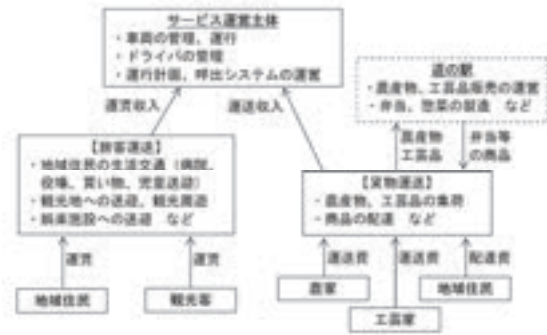
6-1 貨客混載モデル

利用者から運賃や運送費を徴収すること(BtoC)でサービスを運営するモデルとして貨客混載型のビジネスモデルがある。このモデルでは、サービス運営主体が運賃・

表3 社会実装に向けた課題と解決の方向性

項目	課題	解決の方向性(地域の協力)
1)計画段階	①ルート(レベル4区間)の設定	自動運転サービス・地域課題への主体的な活動への理解 車線増減箇所などの複雑な判断を必要とする箇所を避ける
2)道路・交通	②後続車の追越しを考慮した幅員	自動運転車両を追い抜ける停留所・待避場を設け、通常運行時には追い抜かない
	③歩行者・シルバーカー・自転車との共存	人家が連担している地域などでは、錯綜に留意
	④植栽の繁茂	周辺住民の協力による道路にはみ出した植栽の管理
	⑤幅員狭小区間	幅員の狭い区間では、無理な速度や走行位置で走行しない
	⑥路肩駐車車両	運行ルート上の路上駐車をしない
	⑦出会い頭、交差点での一般車との混在	運行ルート上の信号の無い交差点では、交差点進入時に留意する
3)地域環境	⑧除排雪や凍結防止剤の散布等	走行ルート上の除雪・道路管理
	⑨積雪による影響(敷地内における駐車車両)	走行ルート上の除雪・道路管理
4)運営	⑩自動運転車両の管理(ドライバー)	地域住民自らが運転手となるなど持続可能な仕組み作り

●貨客混載モデル



●福祉・民間事業モデル



図8 ビジネスモデル(左:貨客混載モデル、右:福祉・民間事業モデル)

運送収入による継続的な事業運営を行うことで、地域住民の地域交通や地域生活の利便性向上だけでなく、観光客への二次交通の確保、観光地移動の利便性向上、農家や工芸家への商品納入等の作業負荷軽減、道の駅への集荷支援による品揃えの充足、及び買い物支援による販売促進も同時に図る。

6-2 福祉・民間事業モデル

送迎や集荷を要する事業者等から送迎業務を受託(BtoB)してサービスを運営するモデルとして、福祉・民間事業モデルがある。このモデルでは、サービス運営主体が民間事業者等からの委託費による継続的な事業運営を行うことで、貨客混載モデルと同様の地域住民等への利便向上を図り、さらに民間事業施設の送迎サービスの提供による販売促進等、福祉施設における送迎の外部委託による車両運行等の負荷軽減、および施設利用者への施設移動の利便性向上を図る。

7 今後の課題

本調査研究では、平成29年度に実施した中山間地域における道の駅等を拠点とした自動運転サービス実証実験結果から技術面と社会受容性の点で社会実装における課題と解決の方向性を検討した。さらに今後の地域での運営形態のあり方としてビジネスモデルを検討した。対象とした実験は1週間程度の実験であったことから、社会実装の実現のためには長期間の実験を通じた課題の確認等が必要となってくる。長期間の実験を通して、技術面においては、気象状況・道路状況の変化や地域住民・ドライバーの慣れによる手動介入の減少などの把握を行い、社会受容性では同一モニターが複数回利用することによる変化の把握が必要となる。また、今後の地域での運用を見据え、モビリティサービスの人材育成や課題解決意識の醸成、実験のオペレーションや車両のドライバーを地域住民、地元企業が担う仕組み等を検討することも必要である。