

## 論文の内容の要旨

氏名：馬 渡 真 吾

博士の専攻分野の名称：博士（工学）

論文題名：自動運転車両を活用した中山間地域における公共交通サービスの本格導入に向けた実証的研究 ―車両・道路インフラ・地域社会の有機的な連携を目指して―

我が国の中山間地域においては、人口減少や高齢化により公共交通サービスの撤退が続いており、高齢者をはじめとした地域住民の日常生活の足の確保が大きな課題となっている。特に近年、運転免許を返納する高齢運転手の増加やバスやトラック等の運転手不足が顕在化しており、交通手段の確保は、今後より深刻になっていくものと思われる。

このような中、自動運転車両の活用により、運転手の負担軽減や人件費の抑制を通じて持続可能な運営を実現できる可能性があることから、多くの地方自治体や交通事業者が高い関心を寄せており、国や地方自治体、民間主導で、自動運転車両を活用した公共交通サービス（以下、自動運転サービスという）の実証実験が、全国各地で進められている。

政府策定の「デジタルを活用した交通社会の未来 2022」では、2025 年度を目途とした限定地域における遠隔監視のみ（自動運転レベル 4）の無人自動運転移動サービスの 40 箇所以上への展開などがロードマップに位置づけられている。近年では、秋田県上小阿仁村や茨城県境町など地方部の自治体において、高齢者等の地域住民の輸送手段として、自動運転サービスを本格導入する事例も見られるようになってきているが、その進展は限定的である。

この点に関して、国土交通省等が全国各地で実施している、「中山間地域の道の駅等を拠点とした自動運転サービスの実証実験」（以下、道の駅実証実験という）に従事した経験から、今後、このような公共交通サービスを中山間地域で普及させるためには、車両の自動運転技術の高度化だけでは不十分であり、一般車両や歩行者との混在下での走行空間の確保（技術面）、地域社会における受容性の向上（社会面）、安定的なサービス提供に向けて円滑に導入するための取組み（導入面）等、多面的な観点からの対応が不可欠であると認識している。これらへの対応がなければ、一過性の実証実験にとどまり、自動運転のメリットを中山間地域が享受できない恐れがある。

そこで本研究では、中山間地域において自動運転サービスが本格導入に進展しない要因を多面的な観点から分析することにより、実証実験から本格導入に繋げるための、実践可能な方策を提言する。

本論文は、全 8 章で構成され、各章の内容についての要約を以下に記す。

「第 1 章 研究の背景と目的」では、前述のような本研究の背景と目的を述べた。

「第 2 章 中山間地域の交通課題と自動運転の現状」では、中山間地域の交通課題と現状における対応や、自動運転に係る制度整備や実証実験の状況について述べた。

「第 3 章 既存文献の整理と本研究の位置づけ」では、自動運転に対応するインフラや住民の受容性、地域公共交通の維持等に関する既存文献や、国等が実施する実証実験の成果報告等を整理するとともに、本研究の位置づけを示した。

「第 4 章 中山間地域における自動運転に対応した走行空間の確保に関する分析」では、道の駅実証実験（運転手が乗車する自動運転レベル 2 で実施）の成果報告においては自動運転の継続が難しい場合に発生する運転手の手動介入操作の要因整理や傾向把握が中心で、どのような道路環境が自動運転に適切であるか十分に把握できていないことから、取得した走行特性データを詳細に分析し、自動運転に対応した走行空間のあり方について考察した。具体的には、4 種類の自動運転車両を用い、2017 年度に全国 13 地域で実施した道の駅実証実験（総走行距離 1,740 km）において、手動介入操作の発

生回数（合計 1,046 回）と要因を、発生した道路構造や沿道利用の状況、自動運転車両の走行特性の別に分析を行った。分析の結果、人家が連坦する幅広路肩を有する区間を中心として、路上駐車車両が引き起こす手動介入が最も多く確認される一方、2車線区間や歩道を有する区間といった一般車両や歩行者と分離されている区間の手動介入は少ない結果となったことを明らかにした。また、道路に埋設した電磁誘導線を検知して走行するタイプの車両は、積雪下でも手動介入が少ないことを明らかにした。分析結果を踏まえて、自動運転車両が円滑かつ安全に走行するためには、一般車両や歩行者との混在を極力避けた走行空間の構築が有効であり、その方策として、道路空間の再配分による自動運転車両専用の走行空間の構築や、可動式車止めを活用した一般車両の一時的な出入制限などについて提案した。また、混在区間であっても、人家連坦の区間を避けつつ、歩道空間が確保され、路肩が狭い区間に走行ルートを設定することにより、手動介入の発生を抑制できることを述べている。更に、山間の地形や積雪下といった厳しい環境を有する中山間地域では、道路側からの支援（電磁誘導線等）が有効であることを述べた。

「第5章 中山間地域における自動運転サービスの導入意識の向上に関する分析」では、道の駅実証実験の成果報告においては地域住民のアンケート結果の集計による傾向把握にとどまり、どのような要因で導入意識が向上するのか十分把握できていないことから、アンケートデータを用いてモデル分析を行う等により、自動運転に対する導入意識の向上に繋げるための方策について考察した。具体的には、自らが居住する地域への自動運転車両を用いた公共交通の導入、自動運転車両を用いた公共交通の利用意思、自動運転技術に対する信頼性等といった意識について、実験車両への乗車を通じた変化を分析するとともに、乗車による導入意識の変化の規定要因について、地域間の差異を明示的に考慮した順序プロビットモデルを用いて分析を行った。分析の結果、自動運転車両への乗車が、導入意識や自動運転技術への信頼性を有意に向上させたことを明らかにした。次に、モデル分析の結果、自動運転の利用意思や自動運転技術への信頼性の変化等が、導入意識変化の強い規定要因になっているとともに、実験固有の影響により、他の実験地域より導入意識が有意に向上したことが示唆される地域があることを明らかにした。分析の結果を踏まえて、自動運転車両への乗車機会の提供により、自動運転の利用意思や技術信頼性を向上させることが、導入意識の向上に重要であることを述べた。また、導入意識が他地域より有意に向上した地域における取組みを確認した結果、実証実験の実施方法に工夫が見られ、例えば、自動運転技術の信頼性向上に向けた車両の走行特性の丁寧な周知や地域住民が実証実験の運営に参加するなど地域をあげての協力体制の構築は、導入意識の向上に繋がりやすいと示唆される取組みであることを示した。

「第6章 中山間地域における自動運転サービスの円滑な導入方策に関する分析」では、自動運転によるサービスを導入し持続可能とするためには、自動運転車両の導入だけでは期待される効果を上げることができないと認識しているが、本格導入事例が少ないため、必要な取組みが十分整理されていないことから、複数の実務者の知見を統合的に分析し、地域において取組むべき方策を考察した。具体的には、まず、実証実験や本格導入に従事した国土交通省や建設コンサルタント会社等の実務者へのインタビュー調査をもとに、自動運転サービスの本格導入が中山間地域において進展しない要因の因果関係を認知マップとして見える化した。次に、この因果関係をベースに、本格導入後に安定的にサービス提供が継続している状態を社会実装と定義し、社会実装の実現を最終目標として取組みを構造化したロジックモデルを導出することにより分析した。分析の結果、多岐にわたる方策が必要であり、総合的に取組む必要性を明らかにしている。また、「自動運転への地域の理解の醸成」や「地域に合った自動運転システムの構築」を通じて「本格導入に向けた地域合意を得る」こと、「安定的な収入の確保」や「安価な運営の仕組みの構築」を通じて「持続可能な運営体制の構築」をすることが、社会実装に向けた中間目標として導き出されたことを明らかにした。更に、これらの目標を達成する

ための自動運転特有の具体的な取組みとして、前者に対しては、実証実験の実施や試乗の機会の提供、首長のリーダーシップや専門スタッフによる継続的なサポート、自動運転でカバー可能なコンパクトな公共施設の立地などを挙げた。また後者に対しては、手動運転区間も含めた柔軟なルート設定による地域住民の定期利用促進、地域住民の運行への参画、比較的安価でメンテナンス容易な路車連携型の車両の活用などを挙げ、これらの取組みを総合的に実施するためには、地方自治体の役割が重要であることを述べた。

「第7章 中山間地域における自動運転サービスの本格導入に向けた提言」では、第4章から第6章までの各分析結果を踏まえた本研究の総括として、中山間地域の交通課題の解決に向け、1) 地域の特性に応じた身の丈にあった自動運転サービスの構築、2) 車両、道路インフラ、地域社会の有機的な連携と継続させる仕組みづくり、の2点を提言した。

「第8章 本研究の成果と今後の課題」では、本研究の成果として、中山間地域における自動運転サービスの本格導入が進展しない要因を多面的な観点から分析し、地方自治体を中心となって取り組むべき総合的かつ実践的な方策を提言したことを述べた。また、今後の課題として、本格導入地域における継続的な検証や本知見の更新、自動運転技術の進展にあわせた継続的な実証実験の実施の必要性を述べた。

以上のように、人口が減少し高齢化する中山間地域の公共交通の維持に向けて、自動運転車両を活用する場合の様々な方策を実証的に明らかにした本研究は、地方自治体や交通事業者など自動運転車両を地域の公共交通維持の手段として検討又は位置づけようとする主体に対し、有益な知見を提供するものである。