

自動運転サービスの社会実装に向けた取組 — 中山間地域における実証実験と技術基準の検討 —

中田 諒¹・藤村 亮太¹・中川 敏正¹・関谷 浩孝¹

¹国土技術政策総合研究所 道路交通研究部 高度道路交通システム研究室
(〒305-0804 つくば市旭1番地)

自動運転サービスの社会実装に向けた取組として、全国各地で実施された実証実験において自動走行の阻害要因を特定し、対策の提案と効果検証を行った。具体的には、総走行距離2,200kmに及ぶ走行データ（運行記録やドライブレコーダ等）を分析し、自動走行の阻害要因を特定した：路上駐車（17%）、GPS等の不具合（12%）、対向車とのすれ違い（7%）等。さらに、これらの対策として路面標示の設置等を提案した。対策後2週間の走行データを対策前のもものと比較した結果、路上駐車の影響による走行阻害の発生を6割以上低減できる可能性を示した。本稿は、実証実験を通じて示唆された重点項目である道路側から自動運転を支援する施設（自動運行補助施設及び専用空間）に関する取組についても示す。

キーワード 自動運転、実証実験、阻害要因特定、自動運行補助施設、専用空間

1. はじめに

国土交通省では、超高齢化等が進む中山間地域において、自動運転車の活用による地域活性化を目的とした「道の駅等を拠点とする自動運転サービスの実証実験」を全国各地で実施してきた。政府は、2030年までにレベル4自動運転（特定条件下での完全自動運転）による当該サービスの社会実装を、全国100箇所に展開することを目標としており、実現のためには自動走行の阻害要因を把握し、それらを解消する方策が必要である。

国土技術政策総合研究所（国総研）では、実証実験で得られた総走行距離2,200kmに及ぶ走行データ（運行記録やドライブレコーダ等）を分析し、自動走行の阻害要因を特定した。さらに、対策の提案と効果検証を行った。本稿は、これらの内容を示すとともに、実証実験を通じて示唆された重点項目である道路から自動運転を支援する施設（自動運行補助施設及び専用空間）に関する取組についても示す。

2. 実証実験の概要と実験用車両

図-1に自動運転サービスのイメージを示す。道の駅等を拠点とし、集落や各施設間の移動を自動運転車により提供するものである。実証実験は、内閣府のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム²⁾）の枠組みにおいて

実施され、道路局が全体とりまとめやビジネスモデルの検討、地方整備局が実証実験の運営、国総研が技術的検証を担当した。図-2に実証実験の様子を示す。

実証実験は、2017年度に開始され、2020年10月現在で、図-3に示す18箇所の地域で行われている。



図-1 自動運転サービスのイメージ



図-2 実証実験の様子



図-3 実験箇所

実験用車両は、既存又は研究開発済みの技術でレベル4自動運転が可能な車両を公募し、4タイプの車両を選定した。表-1に一覧を示す。自動走行技術は2タイプあり、車両に搭載されたGPSやIMU（慣性計測装置）、LiDAR（レーザー光によるセンサ）等で得られる自車位置情報と、事前に組み込まれた高精度3次元地図等の情報を組み合わせて規定ルートを走行する「車両自立型」と、舗

表-1 実験用車両

車両外観 提供者	1. 車体タイプ（定員） 2. 自動走行技術タイプ 3. 走行速度
 (株) ディー・エヌ・エー	1. バス（6～10名） 2. 車両自立型 点群データを事前取得し、GPS、IMUにより自車位置を特定しながら規定ルートを走行 3. 約10km/h
 ヤマハ発動機（株）	1. 乗用車（6名） 2. 路車連携型 舗装に設置された電磁誘導線の磁力を検知しながら規定ルートを走行 3. 約12km/h
 先進モビリティ（株）	1. バス（20名） 2. 路車連携型 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ながら規定ルートを走行 3. 約35km/h
 アイサンテクノロジー（株）	1. 乗用車（4名） 2. 車両自立型 事前に組み込んだ高精度3次元地図を用い、LiDARで周囲を検知しながら規定ルートを走行 3. 約40km/h

装に設置された電磁誘導線や磁気マーカ等の道標となる施設を車両に搭載された読み取りセンサが検知しながら規定ルートを走行する「路車連携型」がある。

3. 自動走行の阻害要因の特定とその対策

(1) 分析方法

実証実験で取得した走行データを分析し、自動走行の阻害要因を特定した。走行データは、図-4に示すように、乗車した調査員が自動走行の阻害されたタイミングでボタンを押すことで正確な発生時刻を記録する「イベントロガー」と、不具合が発生した時間や場所、状況等を事前に定めたフォーマットに記入する「運行記録」、車両の加減速等の挙動情報が記録された「ログデータ」に加えて「ドライブレコーダ映像」を用いた。実証実験で得られた総走行距離2,200kmに及ぶ走行データ（自動走行の阻害1,046回）を分析した。

(2) 分析結果

図-5及び表-2に自動走行の阻害要因の分析結果を示す。要因別では、路上駐車が17%、GPS等の自車位置特定不具合が12%、対向車が7%と特に多いことが分かった。場所別では、単路が56%と半数以上を占めており、交差点と道の駅（駐車場等）がそれぞれ5%、残り34%は、車両のチューニング等に起因するものであった。

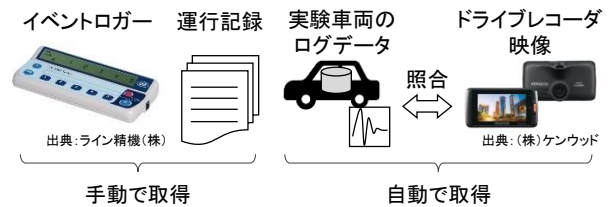


図-4 要因特定に用いる走行データ

(N=1,046 / 内側：場所 / 外側：要因)

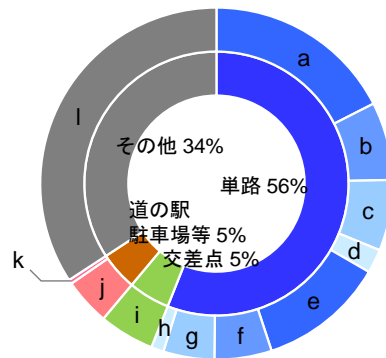


図-5 自動走行の阻害要因の内訳

表-2 自動走行の阻害要因の内訳

(a~lは図-5, 6と対応)

	場所	要因	比率 (回)
a	単路	路上駐車	17% (183)
b	単路	対向車	7% (75)
c	単路	自転車・歩行者	7% (68)
d	単路	後続車による追い越し	2% (23)
e	単路	GPS等の自転車位置特定不具合	12% (121)
f	単路	除雪した路側の雪	5% (55)
g	単路	雑草等	5% (49)
h	単路	雪, 霧, 雨によるセンサ不良	1% (12)
i	交差点	右折待ち, 道譲り	5% (53)
j	道の駅	駐車車両	4% (45)
k	道の駅	歩行者	0.4% (4)
l	その他	チューニング等	34% (358)



(a~fは表-2と対応)

図-6 要因のイメージの一例

(3) 対策の提案

自動走行の阻害要因の分析結果を踏まえ、対策を提案した(表-3)。対策は大きく2タイプあり、ひとつは、自動運転車が付近を走行することを周知するもの(周知型)、もうひとつは、自動運転車と一般車両や歩行者等が交錯しないような分離措置を講ずるもの(分離型)である。それぞれにおいて、複数提案した。

表-3 提案した対策の例

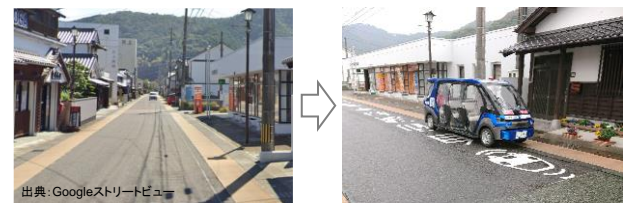
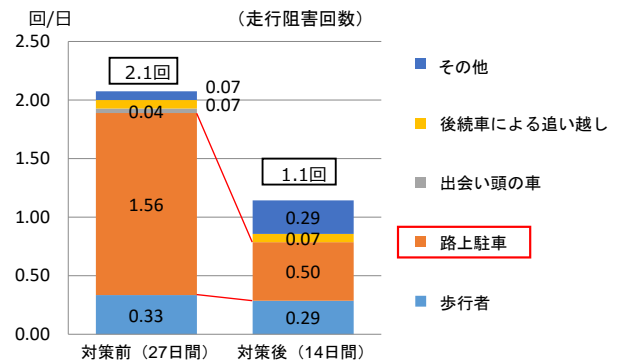


図-7 路面標示による対策効果

(4) 対策の効果検証

図-7に、一例として路上駐車の防止を狙った路面標示による対策効果を示す。対策後2週間の走行データに対策前のもので比較した結果、1日あたり1.56回発生していた路上駐車による走行阻害の発生が、0.07回に減少したことを確認した(67%減)。その他の対策も、各地の実証実験において順次、効果検証を行っている。

4. 実証実験を踏まえた取組

(1) 今後の重点項目

実証実験の中間とりまとめ³⁾において、前述した技術的検証も踏まえた、今後の重点項目が示された。本章では、その内、道路側から自動運転を支援する施設(自動運行補助施設及び専用空間)に関する現在の取組を示す。



図-8 自動運行補助施設の例

(2) 自動運行補助施設

図-8に示す電磁誘導線や磁気マーカ等、自動運転車の自車位置特定を補助する自動運行補助施設の有効性が実証実験で確認された。2020年5月には道路法の一部改正により、これらの施設は道路附属物に位置付けられ、技術基準の作成が進められている。

これまで、このような施設が舗装に連続的に設置される事例は少なく、国総研では、実証実験で施設が設置された箇所周辺の舗装状態をモニタリングすること等により、舗装に与える影響の調査研究を行っている。

(3) 専用空間

他交通との交錯防止措置として、第3章4節で示した路面標示による優先空間の明示の他に、自動走行のための専用空間を設けることの有効性も実証実験で確認された。

国総研では、専用空間に必要な幅員を検証するために、電磁誘導線を辿るタイプの自動運転車が自動走行時にどれだけ電磁誘導線からズレるか調査した。曲線半径や速度、乗員等を変化させた様々な条件の下でズレの計測実験を行った(図-9)。表-4に実験結果の一例を示す。曲線半径が小さく(R=5m)、乗員が多い(6人)場合にズレは大きくなる傾向があり、牽引車と荷物を加えた場合に最大(8.1cm)となることが分かった。

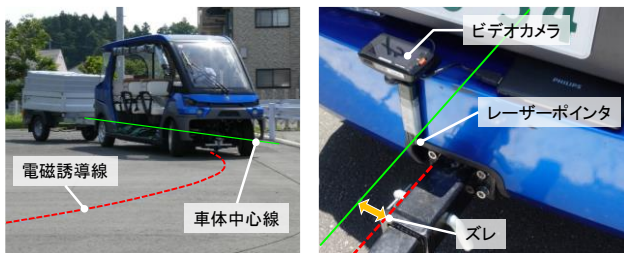


図-9 ズレの計測実験

表-4 ズレの計測実験結果(精査中)

曲線半径	速度	乗員	牽引車	荷物	電磁誘導線からのズレ(cm)※	
					最大値	99%値
∞直線	12km/h	6人	有	有	3.3	3.4
		片側3人	有	有	2.8	3.1
R=50m	12km/h	6人	有	有	4.4	4.8
		片側3人	有	有	4.4	4.3
R=10m	6km/h	6人	有	有	4.4	4.4
		片側3人	有	有	4.0	4.1
R=5m	6km/h	6人	有	有	7.4	<u>8.1</u>
		片側3人	有	有	5.4	5.5
		6人	有	無	7.2	7.7
		片側3人	有	無	5.4	5.5
		6人	無	無	7.2	7.6
		片側3人	無	無	5.7	5.9

※車体中心線の電磁誘導線からのズレ(曲線においては外側方向)
最大値は観測値、99%値は累積分布から推定した値

5. おわりに

自動運転サービスの社会実装に向けた取組として、自動走行の阻害要因を特定し、対策の提案と効果検証を行った。得られた主な成果は次のとおりである。

- 要因は、路上駐車が17%、GPS等の自車位置特定不具合が12%、対向車が7%と特に多く、半数以上(56%)は単路で発生している。
- 対策として路面標示を設置したところ、路上駐車による走行阻害の発生を6割以上低減できる可能性が示された。

また、実証実験を通じて自動運行補助施設や専用空間等が今後の重点項目として示唆されたことから、前者については、技術基準の整備や舗装に与える影響のモニタリングを、後者については、専用空間に係る幅員の検証等を進めている。

今後も技術支援により自動運転サービスの社会実装を後押しして参りたい。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：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，2020年10月14日閲覧
<https://www.mlit.go.jp/road/TIS/j-html/automated-driving-FOT/index.html>
- 2) 内閣府政策統括官：戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)概要，2020年10月14日閲覧
<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/sipgaiyou.pdf>
- 3) 国土交通省道路局：自動運転に対応した道路空間に関する検討会中間とりまとめ，2019年11月26日
https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/road_space/pdf/chu-matome.pdf