



高齢者の足の確保を目指す 自動運転サービスの実現

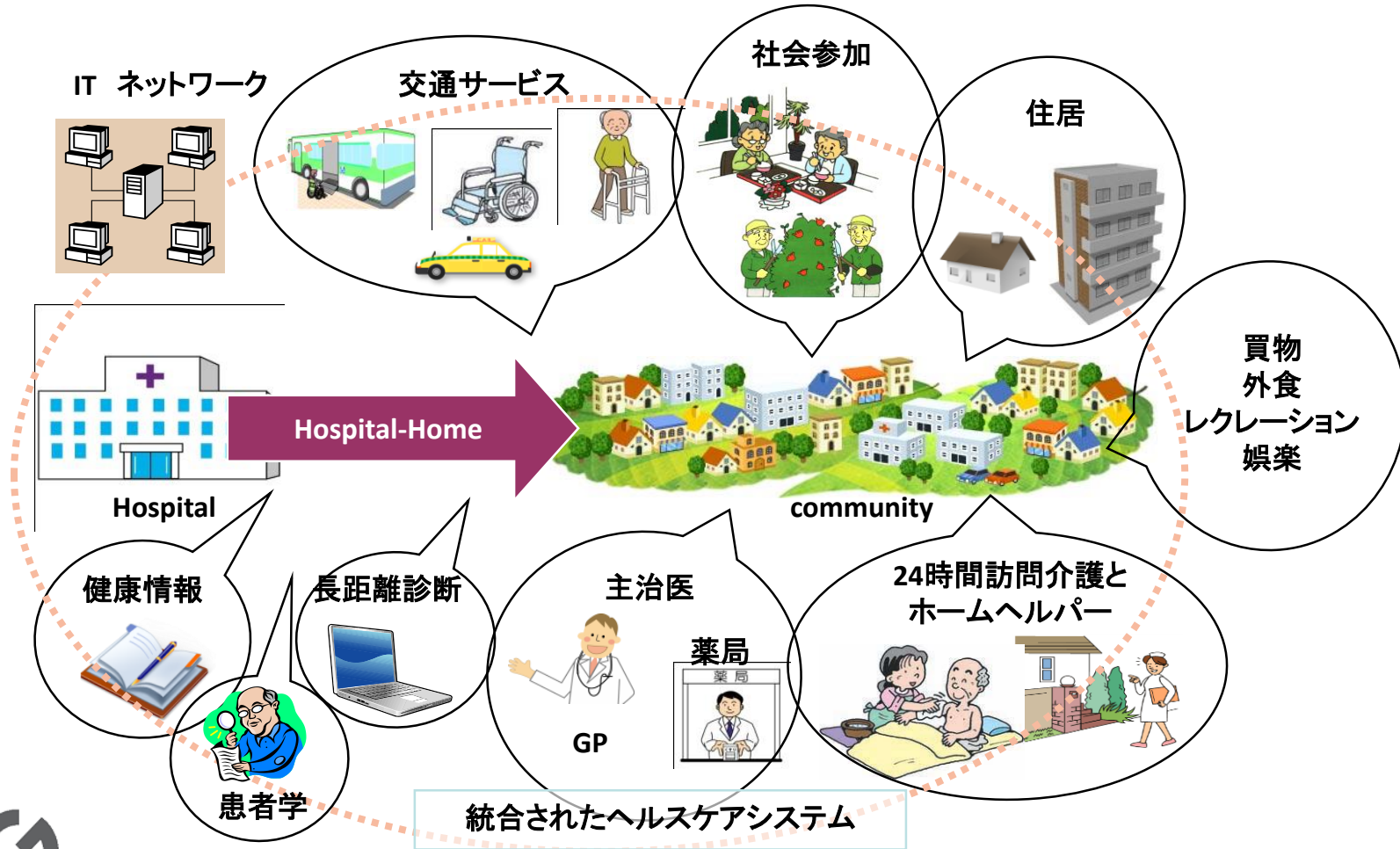
東大学大学院工学系研究科教授
原田 昇

1. 活力ある超高齢社会

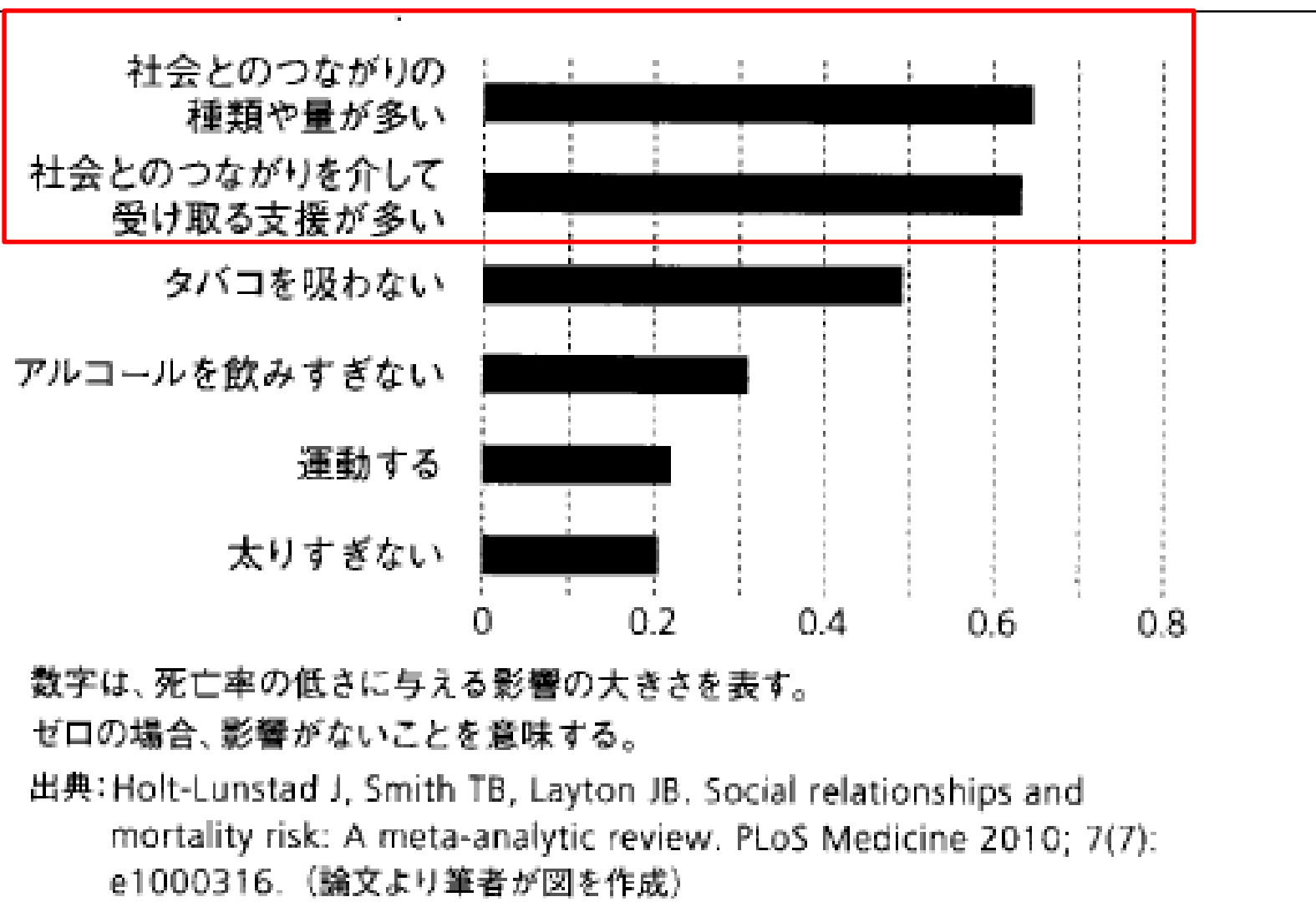
2. 道の駅等を拠点とした自動運転サービス実証実験

3. 課題を解決するために

活力ある超高齢社会 Aging in Community

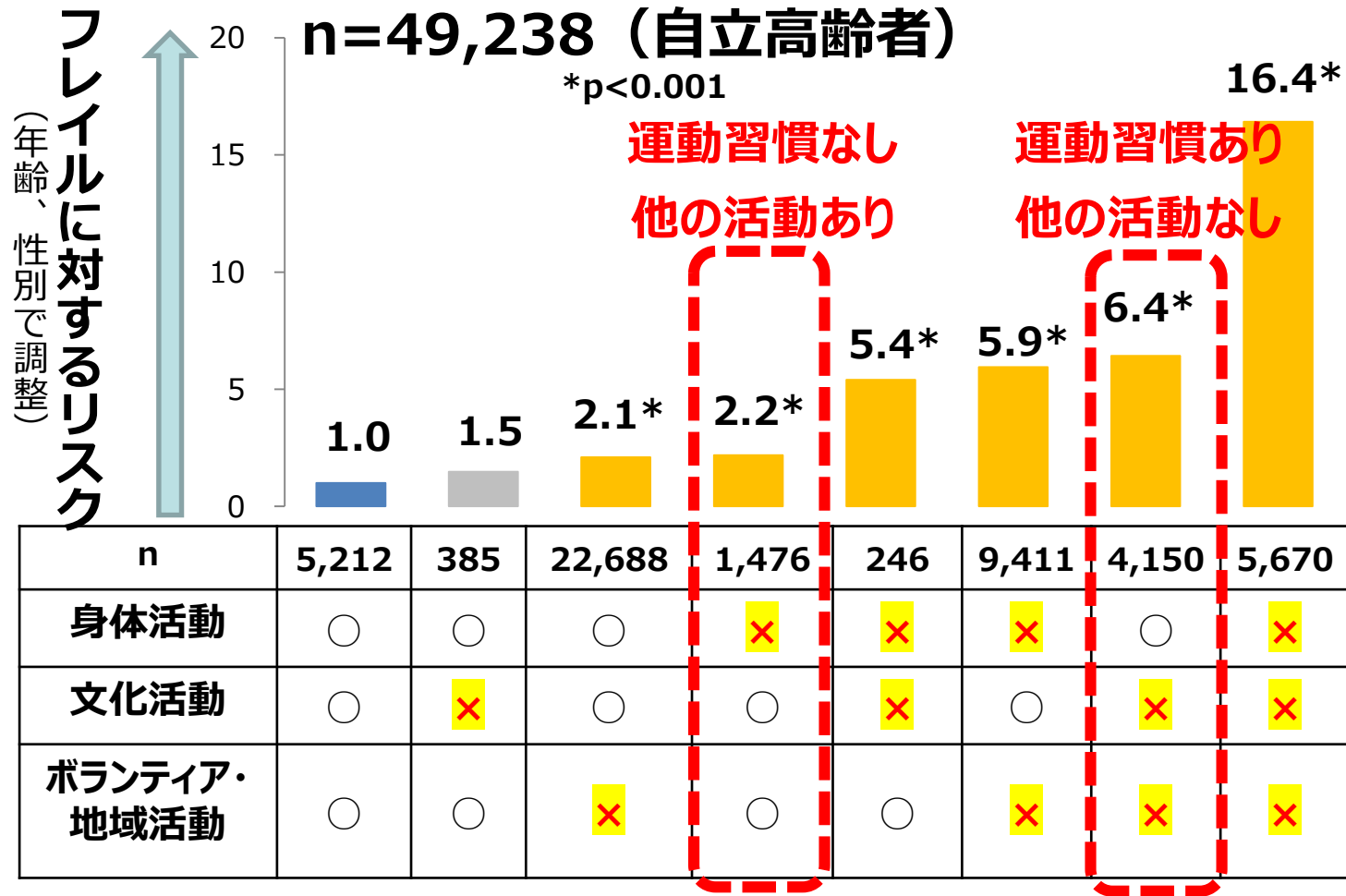


長生きに関係する要因



出典; 村山洋史、なぜ夫と別れても妻は変わらず健康なのか～「つながり」と健康格差、ポプラ社、2018年5月8日

様々な活動の複数実施とフレイル（虚弱）へのリスク



(吉澤裕世、飯島勝矢、2017年 日本老年医学会学術集会発表)

武豊プロジェクト(愛知県武豊町) (介護予防のための介入研究)

近い人ほどサロンに参加している(2008年データ)

- ・サロンへの参加率と距離の逆数は有意に相関した。
- ・主観的健康度とサロンへの参加率は有意に相関した。



Fig. 3. The location of the three salons and the participants in programs of salon A. a. The inner and outer circles each have a 500 m and 1000 m radius.

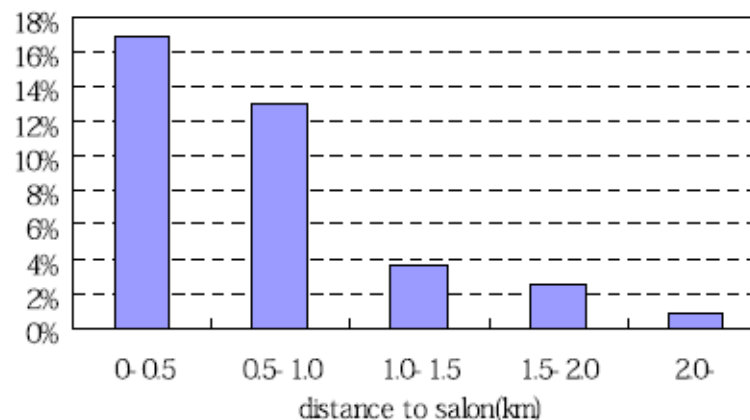
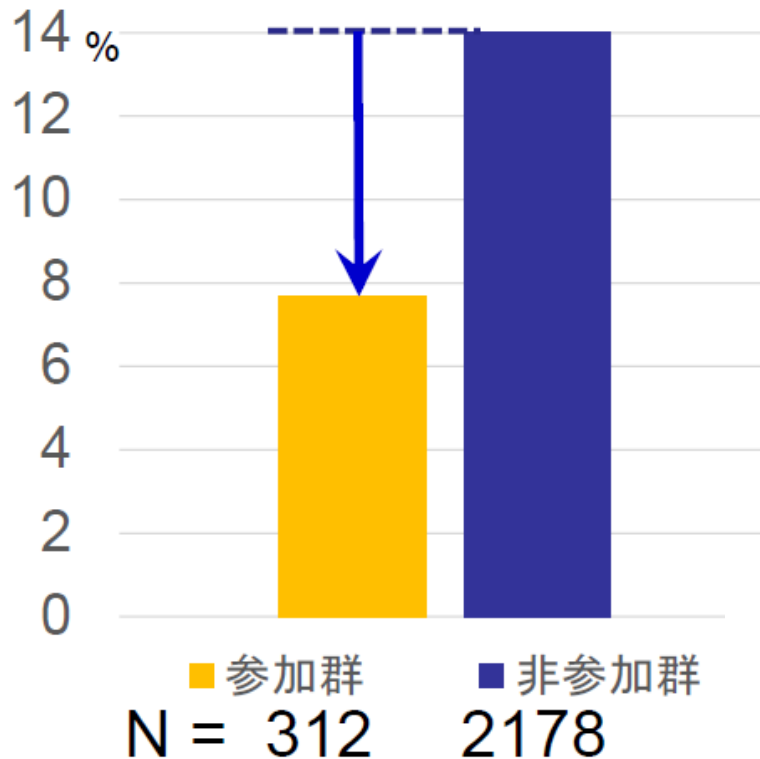


Fig. 4. The rate of participants in salon programs by the distance from their residence to the nearest salon (0.5 km band).

出典; Yukinobu Ichida , Hiroshi Hirai , Katsunori Kondo , Ichiro Kawachi , Tokunori Takeda, Hideki Endo, Does social participation improve self-rated health in **the older Population**? A quasi-experimental intervention study, Social Science & Medicine 94 (2013) 83e90

サロン参加群で要介護認定率は低い

- 要介護認定率
- ・65歳以上の一般高齢者
 - ・3会場で月1～2回で開始
 - ・参加自由
 - ・会場により2～5時間
 - ・参加費1回100円



武豊プロジェクト

2007年から2012年までの5年間の要介護認定率を参加群と非参加群で比較した

5年間で要介護認定率は約半分(6.3%ポイント)抑制されていた

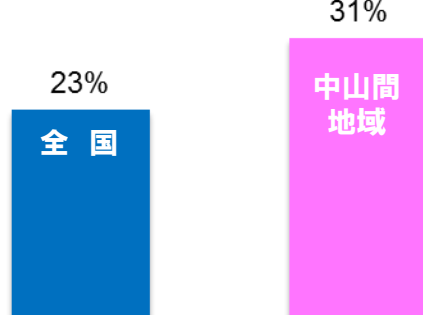
出典; 近藤克則、地域づくりによる介護予防、
<http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/18262/00227476/siryo2.pdf>

-
1. 活力ある超高齢社会
 2. 道の駅等を拠点とした自動運転サービス実証実験
 3. 今後の動き

中山間地域の現状と課題

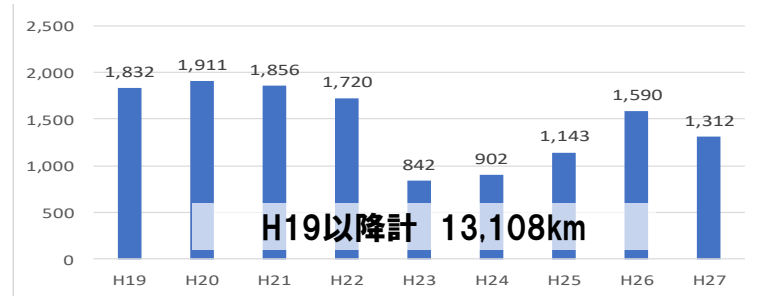
全国の10年先に行く 高齢化の進行

高齢化率の比較(H22)



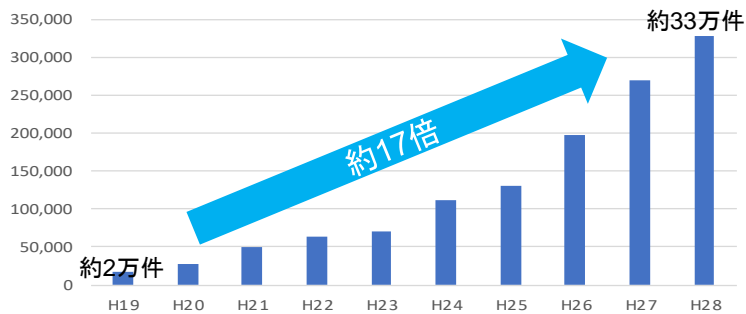
公共交通が衰退し 買物・病院に行けない

路線バスの廃止路線延長の推移



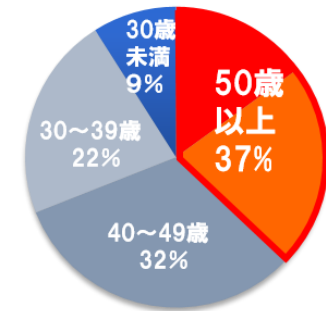
車の運転が出来ない 高齢者の急増

運転免許の自主返納件数(65歳以上)の推移



トラック運転手不足で 物が届かない

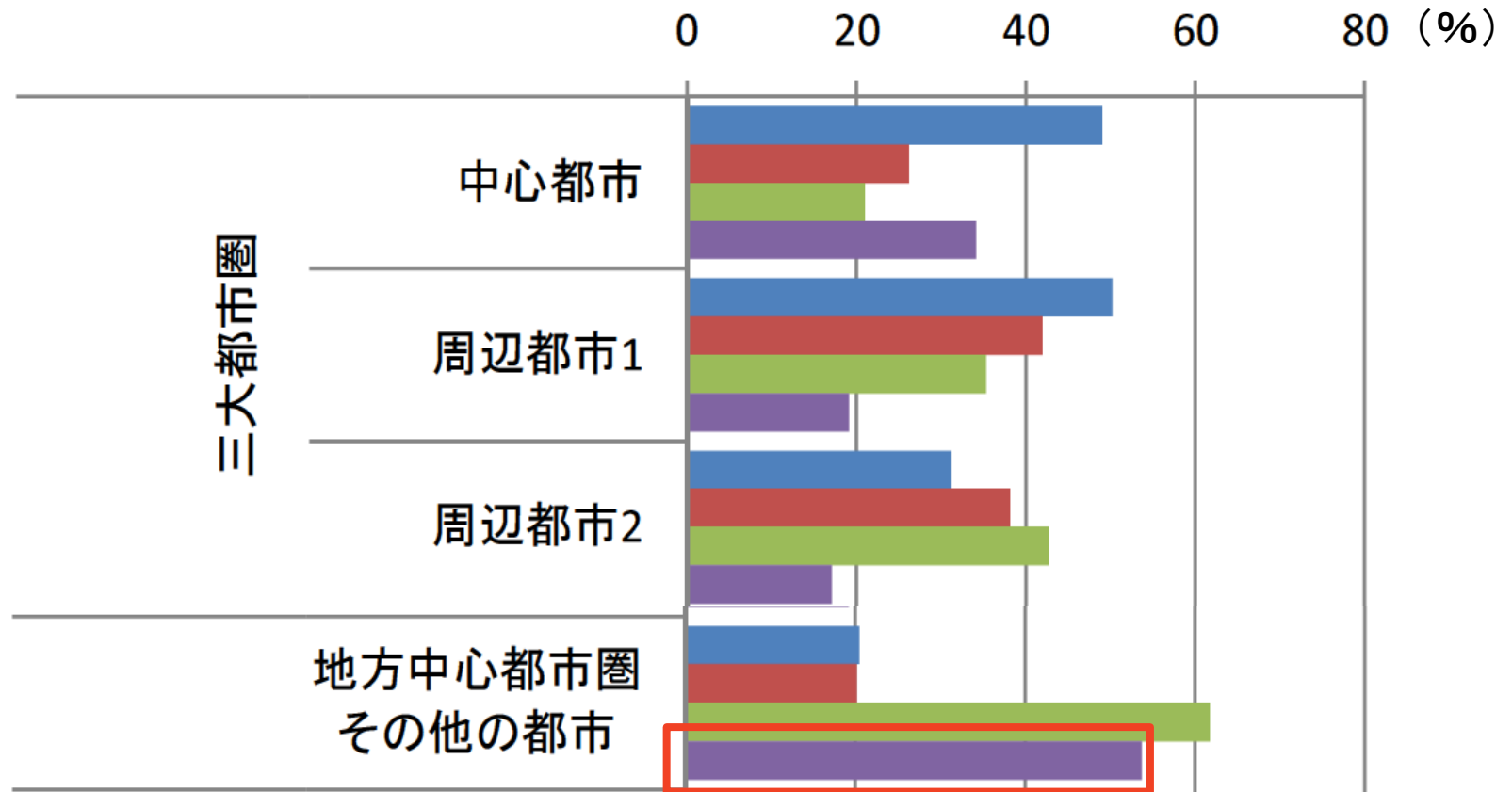
トラックドライバーの
約4割が50歳以上



中山間地域の集落の存続の危機

自動車の運転を断念してからの移動手段の変化(75歳以上)

○ 自動車の運転を断念後、地方部では75歳以上の約5割が外出を減少



■ 鉄道やバスなどの公共交通機関を利用している

■ 徒歩や自転車で出かけられる範囲で移動している

■ 他の人が運転する自動車に乗車するようになった

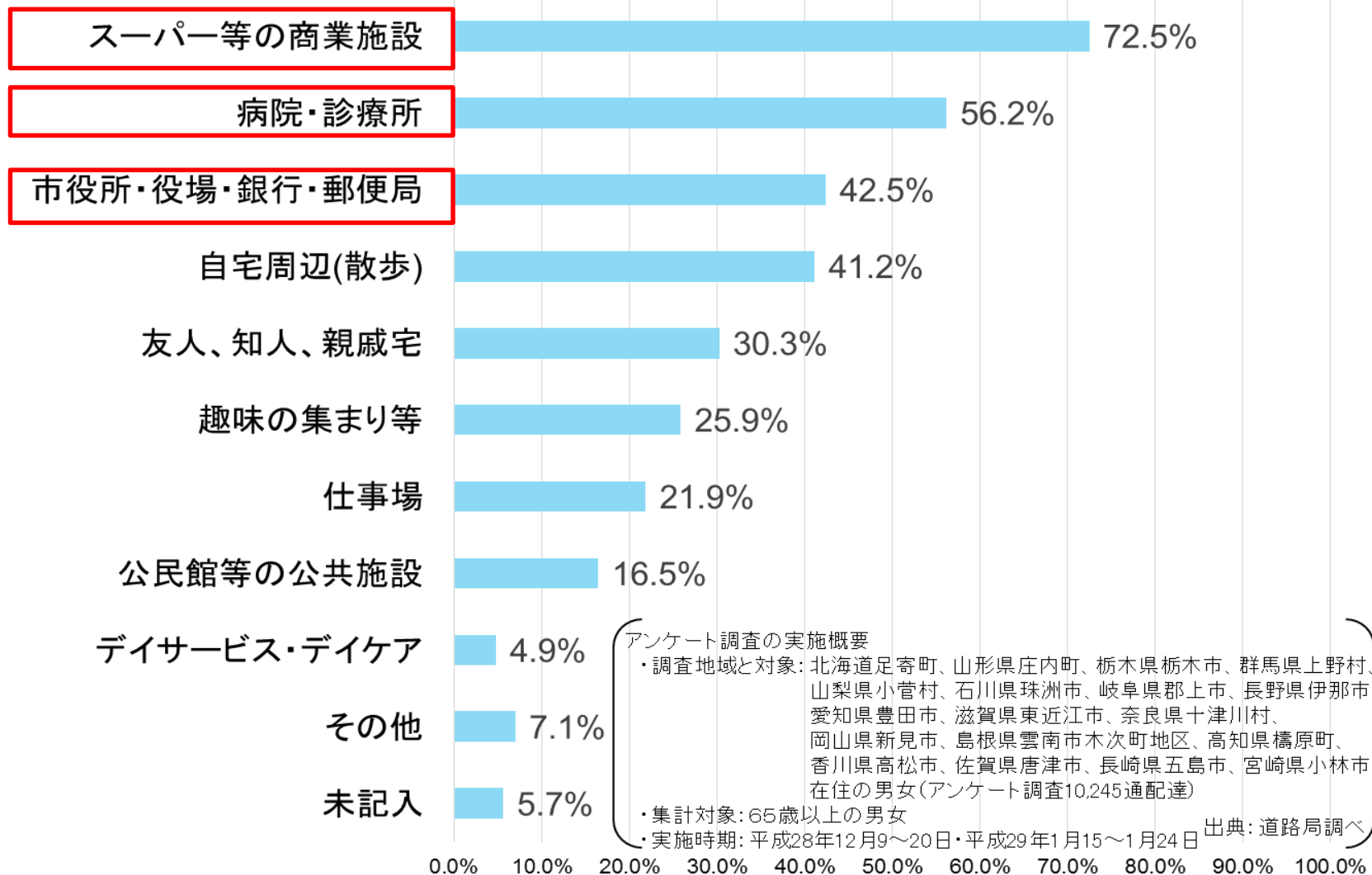
■ 外出することが減った

出典:平成22年全国都市交通特性調査結果より

高齢者の外出先(60歳以上)

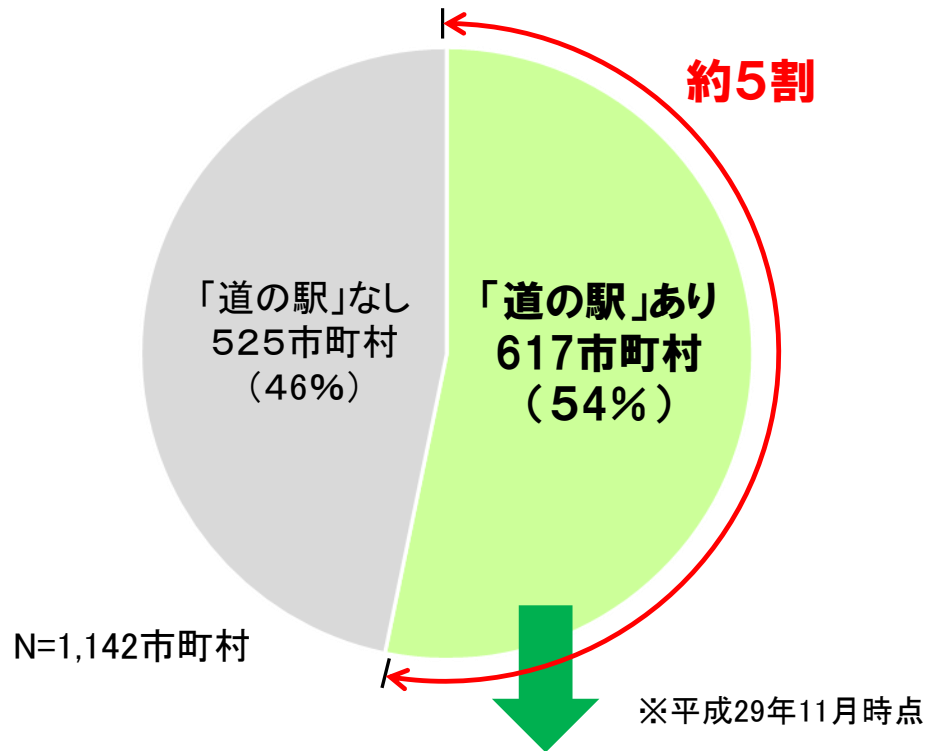
○高齢者の外出先としてよく出かけるのは商業施設、病院、市役所など

Q.よく出かける場所(複数回答) < N=2,077 >



「道の駅」の中山間地域市町村のカバー率

■ 全国の中山間地域の市町村のうち、約半分に道の駅が設置されている。

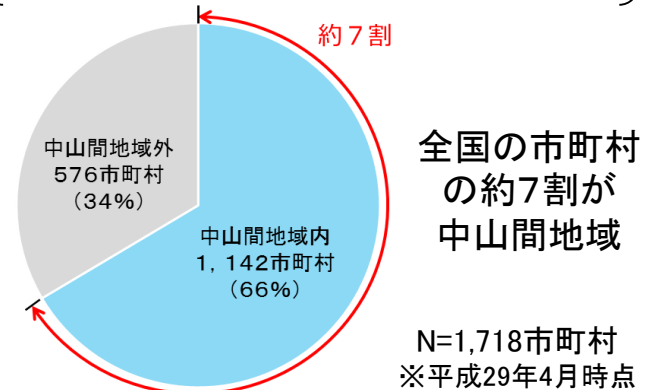


- 道の駅がある市町村の人口合計は約2,900万人
(日本の総人口の約23%)
- 道の駅の約8割にあたる885駅が設置されている。



中山間地域：
特定農山村法※、山村振興法、過疎地域活性化特別措置法、
半島振興法、離島振興法に位置付けられた市町村

- ※[1] 勾配1/20以上の田面積が全田面積の50%以上、
但し全田面積が全耕地面積の33%以上
- [2] 勾配15度以上の畑面積が全畑面積の50%以上、
但し全畑面積が全耕地面積の33%以上
- [3] 林野率75%以上

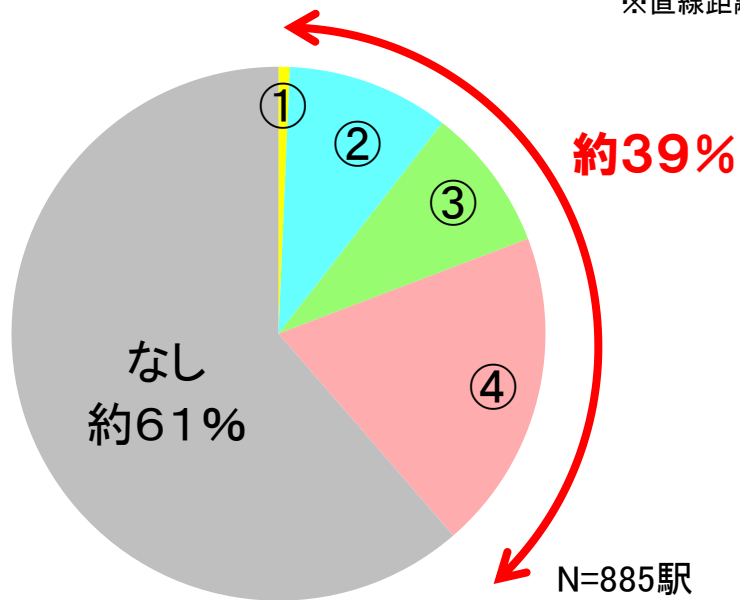


中山間地域における道の駅の機能

病院・診療所

約39%が1km圏内※に病院・診療所あり

※直線距離

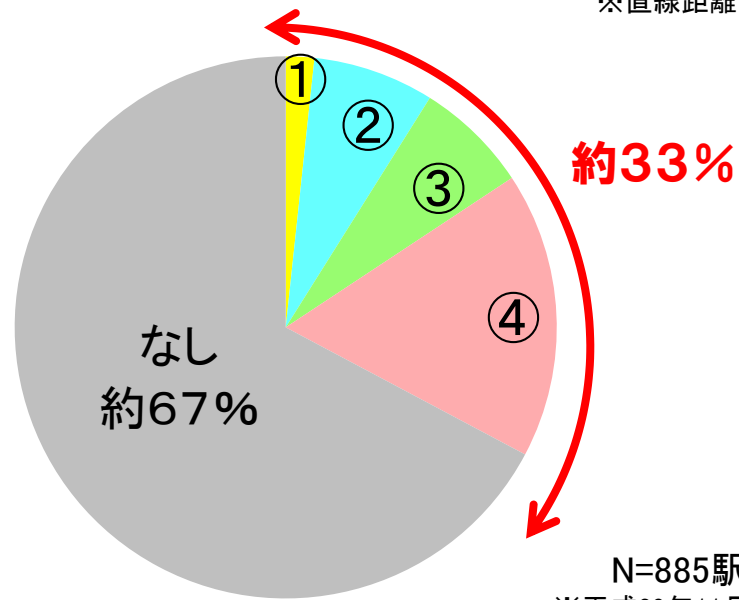


①	道の駅内	6駅	0.7%
②	～300m	87駅	9.8%
③	～500m	77駅	8.7%
④	～1km	172駅	19.4%
計		342駅	38.6%

役場機能

約33%が1km圏内※に役場機能あり

※直線距離



①	道の駅内	15駅	1.7%
②	～300m	64駅	7.2%
③	～500m	60駅	6.8%
④	～1km	151駅	17.1%
計		290駅	32.8%

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 実証実験について

- 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、物販や診療所などの生活に必要なサービスが集積しつつある「道の駅」等を拠点とした自動運転サービスの実証実験を実施

実証実験	
H 29 年度 (2017)	<p>短期の実証実験(1週間程度)</p> <ul style="list-style-type: none">○主に技術的検証やビジネスモデルの検討○全国13箇所で実施(総走行距離:約2,200km 参加者:約1,400人) <p>※この他、平成30年度に5箇所において、短期の実証実験を実施</p>
H 30 年度 (2018) 以降	<p>長期の実証実験(1~2か月程度)</p> <ul style="list-style-type: none">○主にビジネスモデルの構築○18箇所のうち、車両調達の見通しやビジネスモデルの検討状況等を踏まえて、準備が整った箇所から順次実施 (平成30年度は4箇所、今年度はこれまで2箇所実施)



将来イメージ

「道の駅」等を拠点とした自動運転サービスの2020年までの社会実装を目指す

実証実験の実施箇所

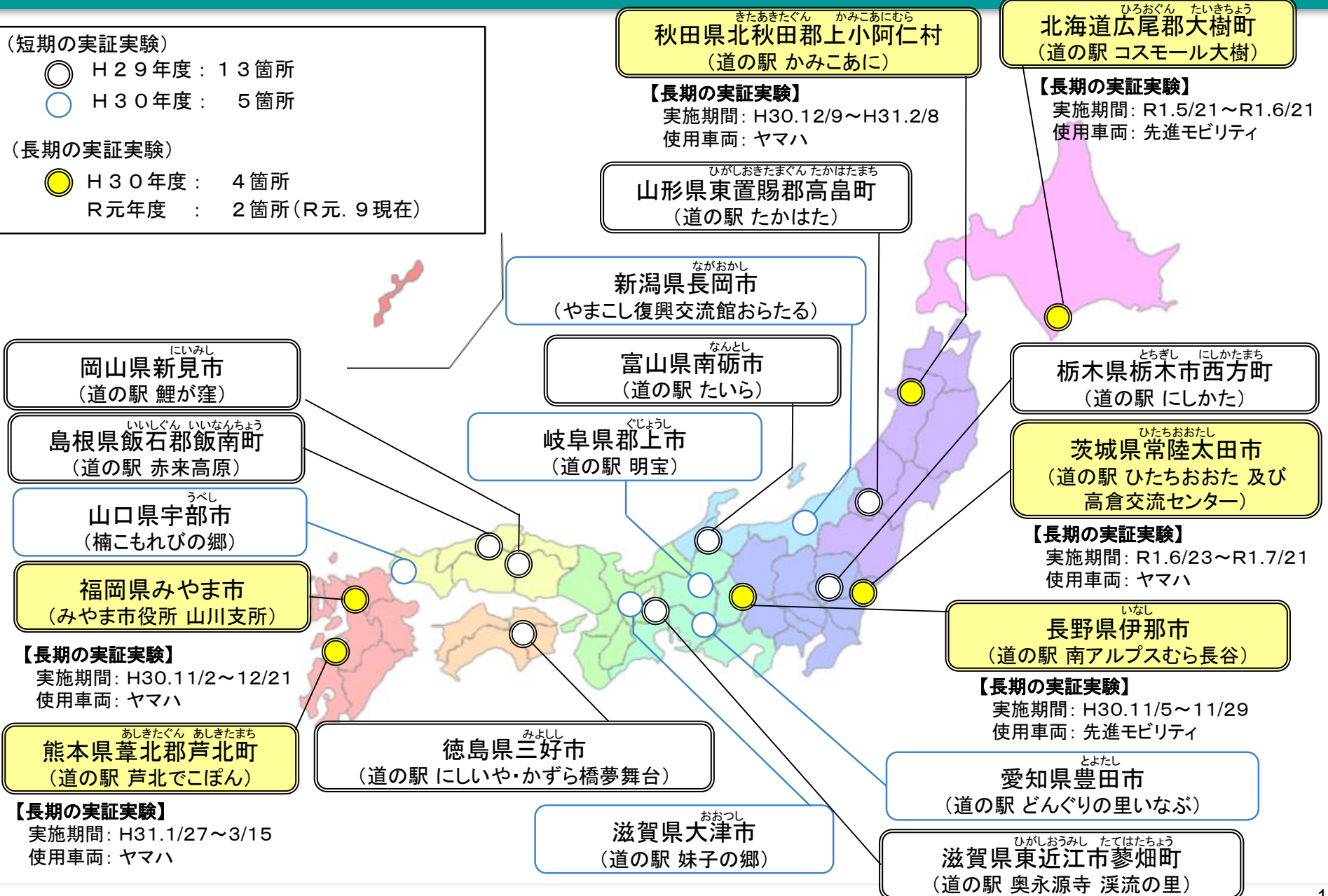
令和元年9月時点

(短期の実証実験)

- H29年度：13箇所
- H30年度：5箇所

(長期の実証実験)

- H30年度：4箇所
- R元年度：2箇所(R元.9現在)



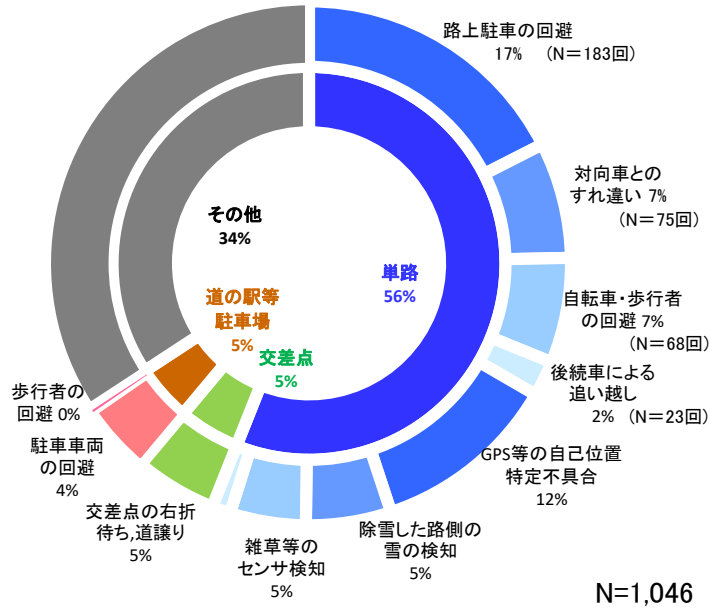
バスタイプ	乗用車タイプ
<p>①株式会社ディー・エヌ・エー</p>  <p>「車両自律型」技術 〔GPS、IMUにより自車位置を特定し、規定のルートを行（点群データを事前取得）〕</p> <p>定員： 6人（着席） （立席含め10名程度）</p> <p>速度： 10km/h程度 （最大：40km/h）</p>	<p>③ヤマハ発動機株式会社</p>  <p>「路車連携型」技術 〔埋設された電磁誘導線からの磁力を感知して、既定ルートを走行〕</p> <p>定員： 6人</p> <p>速度： 自動時 ~12km/h 程度 手動時 20 km/h未滿</p>
<p>②先進モビリティ株式会社</p>  <p>「路車連携型」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、既定のルートを行〕</p> <p>定員： 20人</p> <p>速度[※]： 35 km/h 程度 （最大40 km/h）</p>	<p>④アイサンテクノロジー株式会社</p>  <p>「車両自律型」技術 〔事前に作製した高精度3次元地図を用い、LiDAR（光を用いたレーダー）で周囲を検知しながら規定ルートを走行〕</p> <p>定員： 4人（乗客2人）</p> <p>速度[※]： 40km/h 程度 （最大50 km/h）</p>

※速度は走行する道路に応じた制限速度に適応

GPS : Global Positioning System, 全地球測位システム IMU : Inertial Measurement Unit, 慣性計測装置

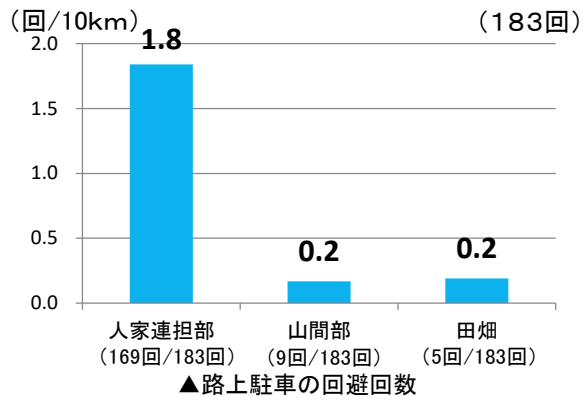
自動走行の観点からみた走行空間に関する実験結果（H29年度の実証実験）

○一般交通との混在空間においては、路上駐車車両や歩行者等の検知による手動介入・走行停止が発生



▲手動介入の要因別・道路構造別発生割合
(H29年度の実証実験(走行距離 約2,200km))

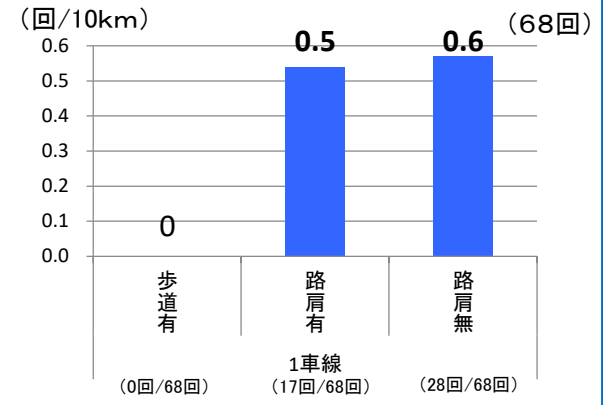
路上駐車車両



▼走行路上の路上駐車による手動介入



歩行者・自転車



▼走行路上の歩行者を避けるための手動介入



対向車

▼狭隘な区間での対向車のすれ違いによる手動介入 (75回)



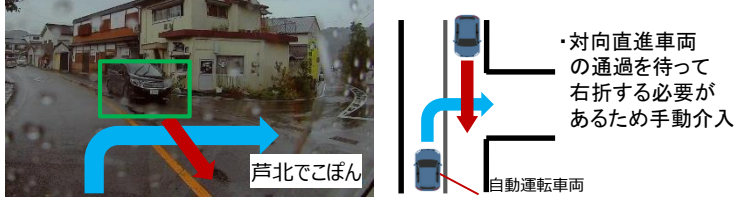
後続車

▼走行速度差による後続車の追い越しの発生 (23回)



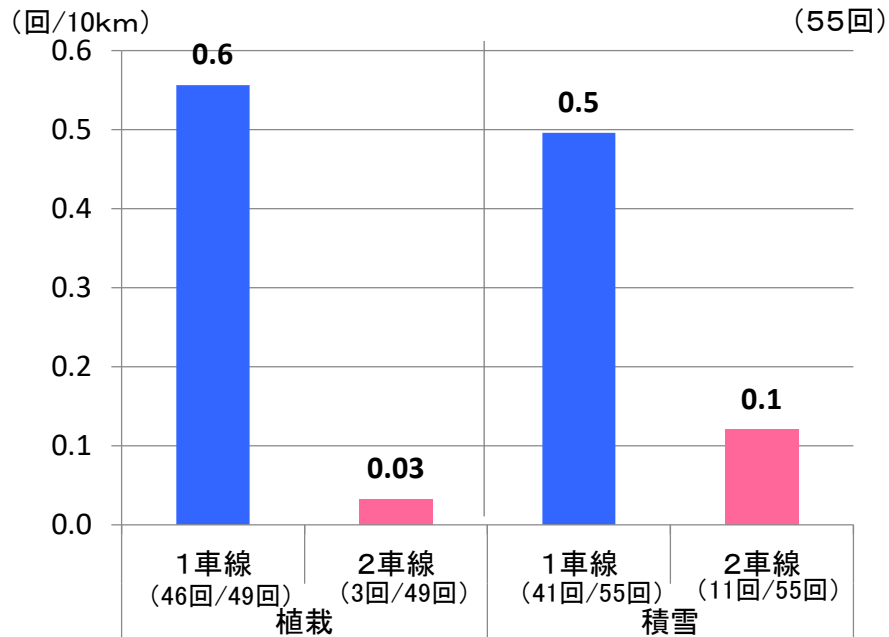
交差点

○例：自車が右折の際に対向直進車がいた場合



自動走行の観点からみた走行空間、拠点空間に関する実験結果（H29年度）

沿道の植栽・路上の積雪



▲植栽、積雪のセンサ検知・回避の状況別発生回数

▼植栽を障害物と検知し停止



植栽を障害物と検知し停止

進行方向

(道の駅ひたちおた)

▼積雪による幅員の減少のため手動介入



積雪で幅員が狭いため停止

(道の駅たかはた)

道の駅等の拠点

○走行路付近に一般車両、自動二輪車や歩行者が多く存在し、自動運転車両の走行路と錯綜

▼走行路上の歩行者を避けるための手動介入



(道の駅赤来高原)

▼駐車場内でのマス外駐車車両を避けるための手動介入



(道の駅コスモール大樹)

▼駐車場内での歩行者を避けるための手動介入



(道の駅南アルプスむら長谷)

▼駐車場で走行路上のマス外駐車車両を検知し自動停止



(道の駅かみこあに)

自動運転車両技術に係る実験結果（H29年度）

- 降雪や霧により、車両によっては降雪をLiDARで障害物と誤検知するなど、**センサー性能の低下**が発生した。
- 電磁誘導線や磁気マーカ等の**路車連携技術等**を活用することで、GPS受信精度が低下するような地域でも問題なく走行。



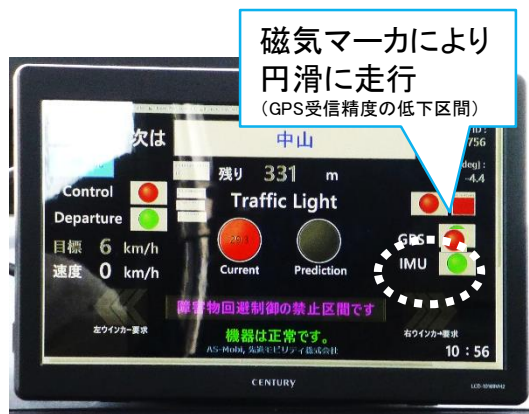
〈降雪をLiDARで検知したことによる走行性能の低下が発生〉



〈電磁誘導線により概ね円滑な走行を確認〉



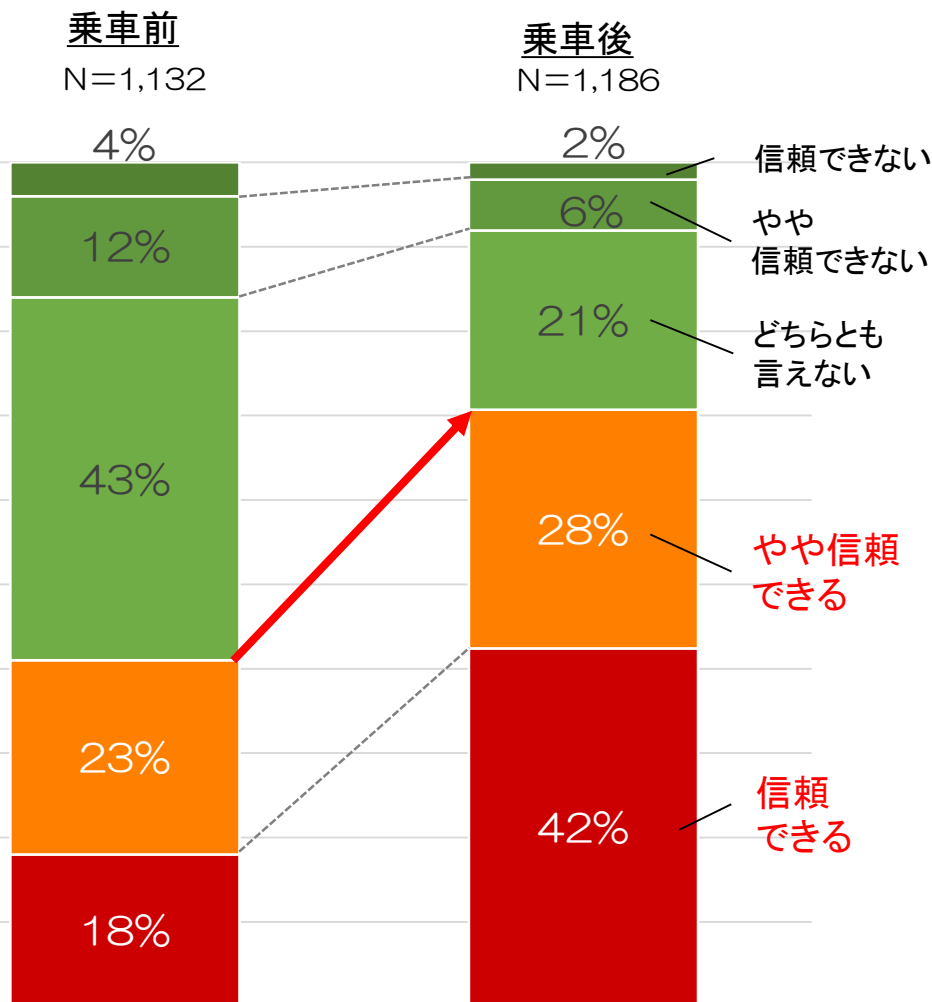
〈霧をLiDARで検知したことによる走行性能の低下が発生〉



〈山間部でのGPS受信精度の低下〉

自動運転車を利用した方の反応や意見（H29年度）

乗車後に「信頼できる」「やや信頼できる」の割合が増加



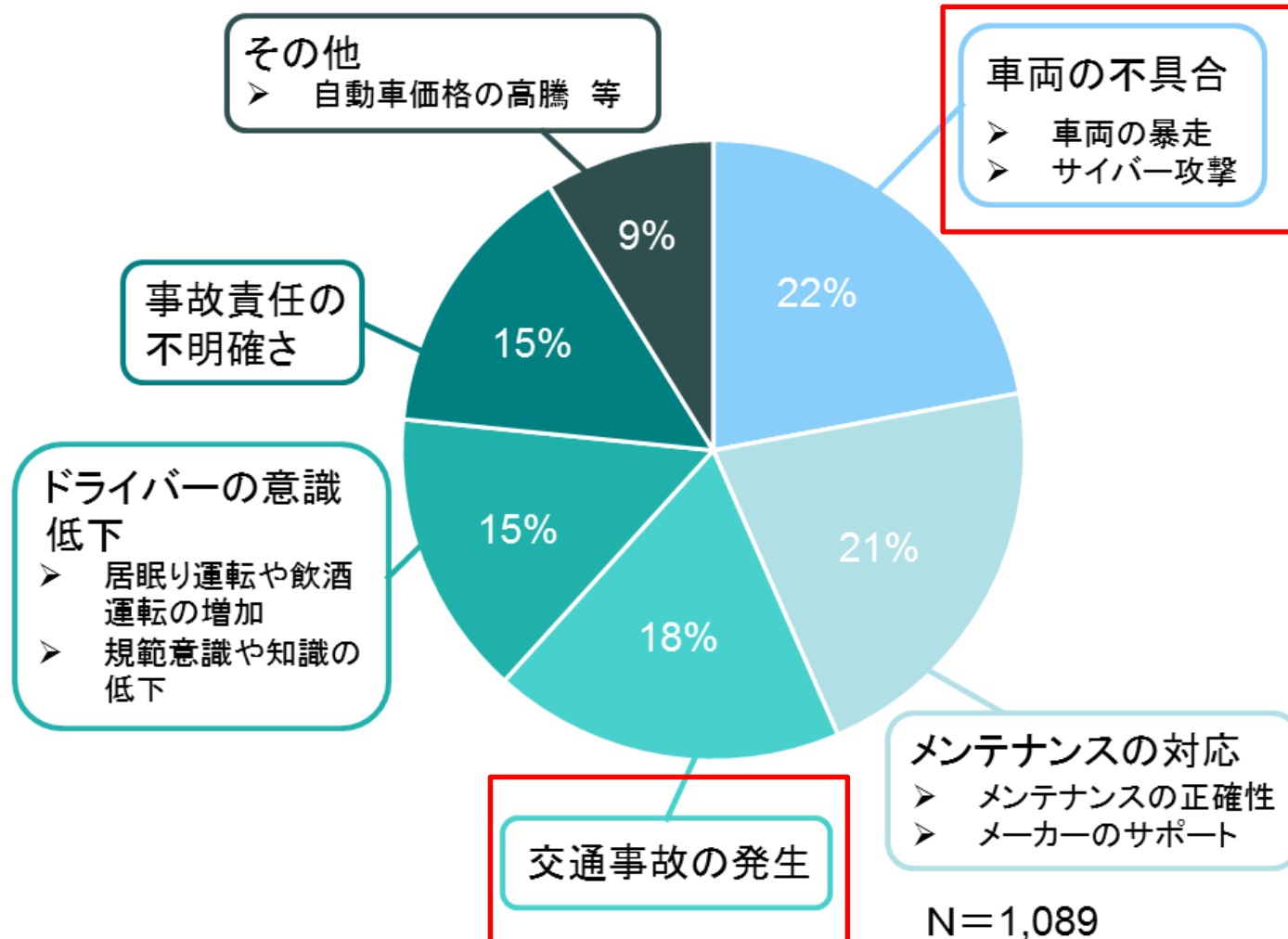
自動運転車両の乗り心地と配送に関する意見

乗客からの意見	配送主からの意見
<p><肯定的な評価></p> <ul style="list-style-type: none"> ・停留所では上手に停車した ・人が運転している時と同様でスムーズな走行だった ・ぶれがない安定した走行で、解放感もあり大変気持ちよい 	<p><肯定的な評価></p> <ul style="list-style-type: none"> ・自動運転走行は安定しており農産品も傷まないと感じた ・低速の安定した走行のため、荷崩れ等、品質への影響が少ない
<p><改善点の指摘></p> <ul style="list-style-type: none"> ・GPSの電波が弱いところで急ブレーキがかかった ・ブレーキが急であったように感じた ・シートベルト・手すりがない点が不安 	<p><改善点の指摘></p> <ul style="list-style-type: none"> ・盗難防止等のセキュリティの確保が必要 ・バス車内に誰も受け取る人がいないのであれば非常に不安 ・荷台が小さく、スペースの拡大と配送量の増大が必要

自動運転車を利用した方の反応（H29年度）

「自動運転に対して懸念することは何ですか？」

（複数回答可）



自家用有償旅客運送制度等による有償ボランティアの導入（H30年度から）

- 道路運送法の許可又は登録を要しない輸送として、**地元の方々による有償ボランティア**ボランティアによる送迎等を実施。但し、**燃料代しか徴収できないため、1回10～20円程度。**
- 社会実装に近い運賃を徴収するために、地元の方々に講習を受講して頂き、地域公共交通会議での合意を経て、**自家用有償旅客運送制度を活用して実施。1回100～200円を徴収。**
- 実装時には、**本制度を活用して、地域の有償ボランティアの参加による人件費にかかるコストの削減を図る予定。**

道路運送法における 許可又は登録を要しない輸送



自動運転チケット

- このチケット1枚で、自動運転車両へのご乗車が1回(1日)可能です
- ご乗車時に、利用者控えとあわせてドライバーにお渡しください

利用者控え

■事務局記入

1日乗車20円

- 「南アルプスむら長谷」や「みやま」、「芦北でこぽん」、「かみこあに」、「ひたちおおた」で採用。
- 燃料(電気)代相当額として1回10～20円徴収
- 地域の反応
 - ・週に数回であれば無理なくできそう。
 - ・地域の役に立てるのであればやってみたい。

自家用有償旅客運送制度による輸送



- 「コスモール大樹」で採用
- 1回100円(市街循環便)、200円(郊外便)を徴収
- 地域公共交通会議(3/20)にて関係者が合意
- 地域の反応
 - ・退職後も健康であれば協力したい。
 - ・事故時等の保証が問題なければ協力したい。

実証実験で採用された採算性を確保するための他分野との連携（H30年度から）

- 物流分野: 集荷した農作物を道の駅で載せ換え、高速バスを活用した貨客混載運送による販路拡大
- 福祉分野: 道の駅で行われた介護予防教室へ輸送することで、運行費用の自治体補助と共に道の駅に
来訪する高齢者による購買行動等を促進
- 観光分野: 観光地を經由した運行や他の交通とのダイヤ調整により客数・売上増を見込む。

●多様な連携方策の一覧

	連携先	連携方法	効果
物流	宅配事業者	宅配便の荷物を自動運転で集配送	・集配時の配送料
	高速バス・路線バス(貨客混載)	バスにより都市部へ農作物を輸送し販売	・道の駅施設利用料、道の駅までの農作物の配送料
	道の駅等の農業関係者	拠点施設の提供・農作物の販売	・道の駅の売り上げ増による協力金の供出
		自動運転車で集荷、自動運転車で配送	・集荷時・出荷時の配送料
福祉	道の駅・自治体	道の駅で介護予防教室の実施	・運行費用の一部を自治体から補助 ・道の駅の売り上げ増による協力金の供出
	特別養護老人ホーム	デイサービス利用者を送迎	・高齢者等の送迎費用としての運賃収入
	小学校・こども園	園児・小学生を送迎	・認定こども園の送迎費用としての運賃収入 ・小学生の通学時の送迎費用としての運賃収入
観光	観光施設事業者 (温泉・公園・食事・買物)	観光地を經由するルートを実行	・観光施設事業者の売り上げ増による協力金の供出
	宿泊施設	宿泊施設を經由し宿泊客の送迎	・宿泊施設の利用者増による協力金の供出
	鉄道・バス会社	ダイヤ等で連携し双方の利用者増	・鉄道・バス会社の利用者増による協力金の供出
	商工会・観光協会	広域的な観光ルートの提案により新たな 観光の流れを創出	・地域の来訪者増による協力金の供出

ケーススタディ 試算の前提条件（A市の例）

- 車 両:カートタイプ(6人乗り)及び牽引車両を1台購入
- インフラ:電磁誘導線を敷設 6km×上下線

○運行条件

- ・便数 :10便/日(5往復)
- ・所要時間:片道30~40分

○運行体制

- ・乗車して運行監視を行う乗務員 : 1名
- ・運行管理センターオペレータ(遠隔監視等) : 1名

- 沿 線:沿線人口 約600人/430世帯(6km)



	提供サービス	想定利用数	根拠	料金 (支払意思額より)
人流	高齢者等の送迎	約14,000人/年 (約4.8名/便)	・並行するコミュニティバスの年間利用者数	150円/回
	児童・小学生の送迎 通学日(約200日/年のみ)	約4,200人/年 (約5名/便)	・2便(1往復)/日で送迎可能な人数 (運行回数の制約)	80円/回
物流	農作物輸送 収穫期(9~12月)の 100日/年のみ	約20トン/年 (210キロ/便)	・1便/日で運搬可能な重量 (運行回数の制約)	400円/回
	WEB上の地域商店街の 注文商品輸送	約31,000回/年 (約85回/日)	・ヒアリングによる住民意向調査	50円/回

初年度年間支出入の比較

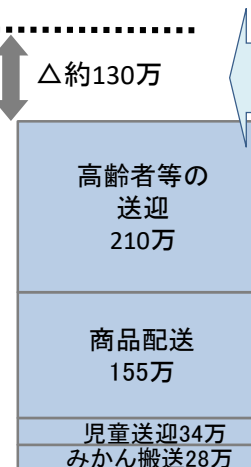
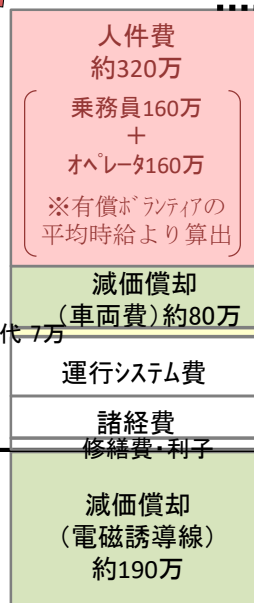
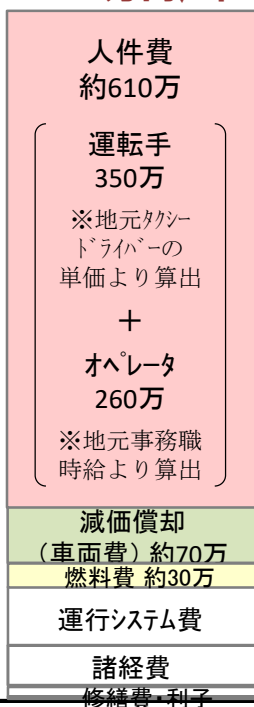
支出

収入

一般車両
による運行
870万円/年

自動運転車による運行
(有償ボランティア活用)
560万円/年

430万円/年



車両購入費
補助の活用

△約130万

○道の駅等の地元企業
・団体からの支援

○自治体の支援

- ・既存コミュニティバス
への補助の充当
〔運行路線の役割
分担が必要〕
- ・道の駅等における
介護活動の実施に
よる運行補助の活用
等

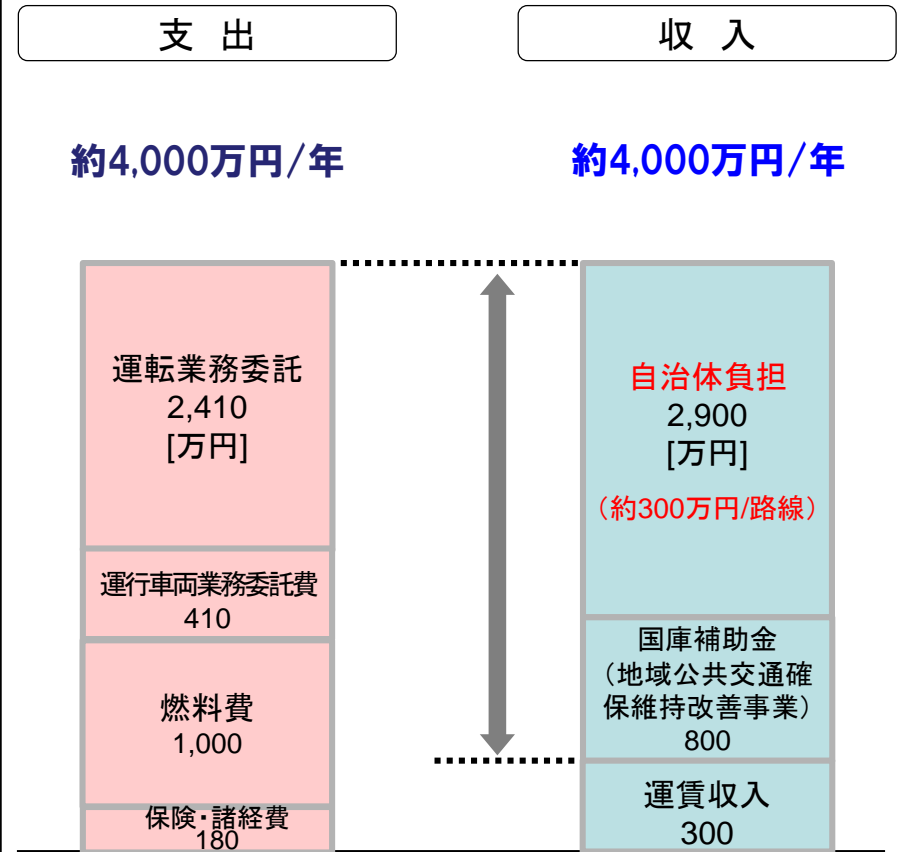
A市におけるコミュニティバスの運行状況

《コミュニティバスのサービス概要》

- 市町村運営有償運送(交通空白輸送)
- 運行主体 : 自治体(A市)
- 車両 : マイクロバス2台
大型ワゴン 3台
大型ワゴン 1台
- 運行路線 : 9路線15系統
- 運行条件
 - ・便数 : 各路線2~5. 5往復/日
 - ・所要時間 : 片道30~160分
- 利用人数 : 46,800人/年(H30年度見込)
※自動運転路線と平行する路線:約14,000人

提供サービス	利用数	料金
高齢者・障がい者・小学生の送迎	46,800人/年 (H30年度見込)	50円/回
上記以外の者		100円/回

《9路線全体の年間収支(実績)》



-
1. 活力ある超高齢社会
 2. 道の駅等を拠点とした自動運転サービス実証実験
 3. 今後の動き

実験で得られた課題を解決するための動き

○高齢者等の生活の足の確保に寄与する自動運転サービスを全国に普及促進させるため、自動運転に対応した道路空間の基準等を整備するとともに、社会実装に向けた自治体等の取り組みを支援。

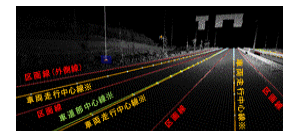
【自動運転車の普及促進に向けた道路空間のあり方について検討】

✓ 道の駅等を拠点とした自動運転サービスの実証実験について、長期間(1~2ヶ月程度)の実験を引き続き実施、準備の整った箇所から順次、社会実装を実現

✓ 自動運転車のための専用の空間、道路に敷設する電磁誘導線など、自動運転に対応した道路空間の基準等を整備

✓ 自動運転サービスの社会実装に向けた自治体等の計画策定、実証実験の実施等を内閣府の未来技術等社会実装事業等と連携して支援

対象道路	ユースケース	主な検討内容
高速道路	トラック隊列走行	<p><走行空間></p> <ul style="list-style-type: none"> ○トラックの隊列走行空間の構造や管理についての仕様・基準 <p><必要な安全対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ランプメータリング等の合流制御方法 <p><隊列の形成・解除拠点></p> <ul style="list-style-type: none"> ○専用の走行空間に直結する物流拠点の整備手法
	自家用車	<p><走行空間></p> <ul style="list-style-type: none"> ○自動走行に対応した道路空間の構造や管理についての仕様・基準 <p><インフラからの走行支援></p> <ul style="list-style-type: none"> ○自己位置特定の支援方法 ・位置情報の提供方法 ・高精度3次元地図の基準点整備
一般道路	中山間地域など 輸送サービス	<p><走行空間></p> <ul style="list-style-type: none"> ○自動走行に対応した道路空間の構造や管理についての仕様・基準 <p><必要な安全対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ○交差点における情報提供方法、地域におけるルール <p><インフラからの走行支援></p> <ul style="list-style-type: none"> ○電磁誘導線、磁気マーカ等による支援方法



高精度3次元地図



電磁誘導線