

平成30年度 第1回
都市交通における自動運転技術の
活用方策に関する検討会

国土交通省 都市局
平成30年10月22日

- 自動運転技術の進展は都市に対して正負両面の側面があると考えられ、移動の概念や都市構造等に影響を及ぼす可能性がある。
- 今後、自動運転技術が進展し、自動運転が普及していくことを見据え、都市における自動運転の活用方策の検討や、適切に対応できる環境づくりの推進が必要である。

○技術開発の動向を踏まえつつ、自動運転技術の普及が都市に対して与える影響を抽出・整理し、自動運転技術を活用するために、以下の二つの観点から検討を行う。

①自動運転技術の都市への影響可能性の抽出・整理と対応についての検討

- 都市施策との関係について
- 都市交通との関係について
- 交通施設との関係について

検討会

座長：森本教授
(早稲田大学)

- ・自動運転の都市施策・都市交通・交通施設への影響可能性の抽出・整理
- ・課題整理と対応方針のロードマップの整理
- ・自動運転を活用した施策推進方策の検討

②今後の都市交通に関する課題を踏まえた自動運転技術の活用についての検討

- ニュータウンにおける高齢者の移動の円滑化
- 公共交通（基幹的なバス、BRT等）や端末交通等におけるサービス向上

分科会

・ニュータウン分科会

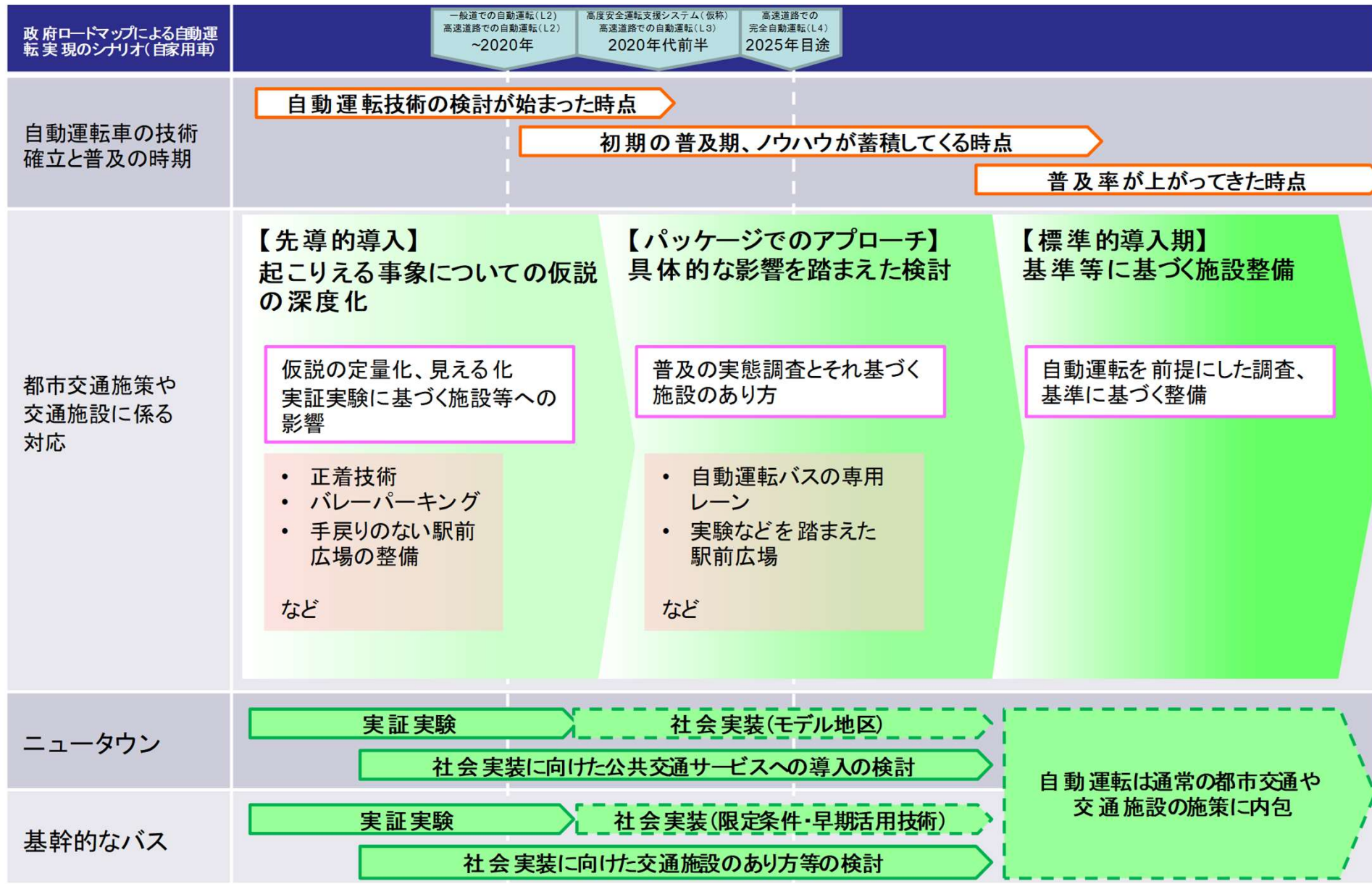
座長：森本教授
(早稲田大学)

・基幹的なバス分科会

座長：森川教授
(名古屋大学)

- ・ニュータウン・基幹的なバスの課題の整理
- ・課題解決に向けた自動運転の活用方策の検討
- ・実証実験の実施に向けた検討

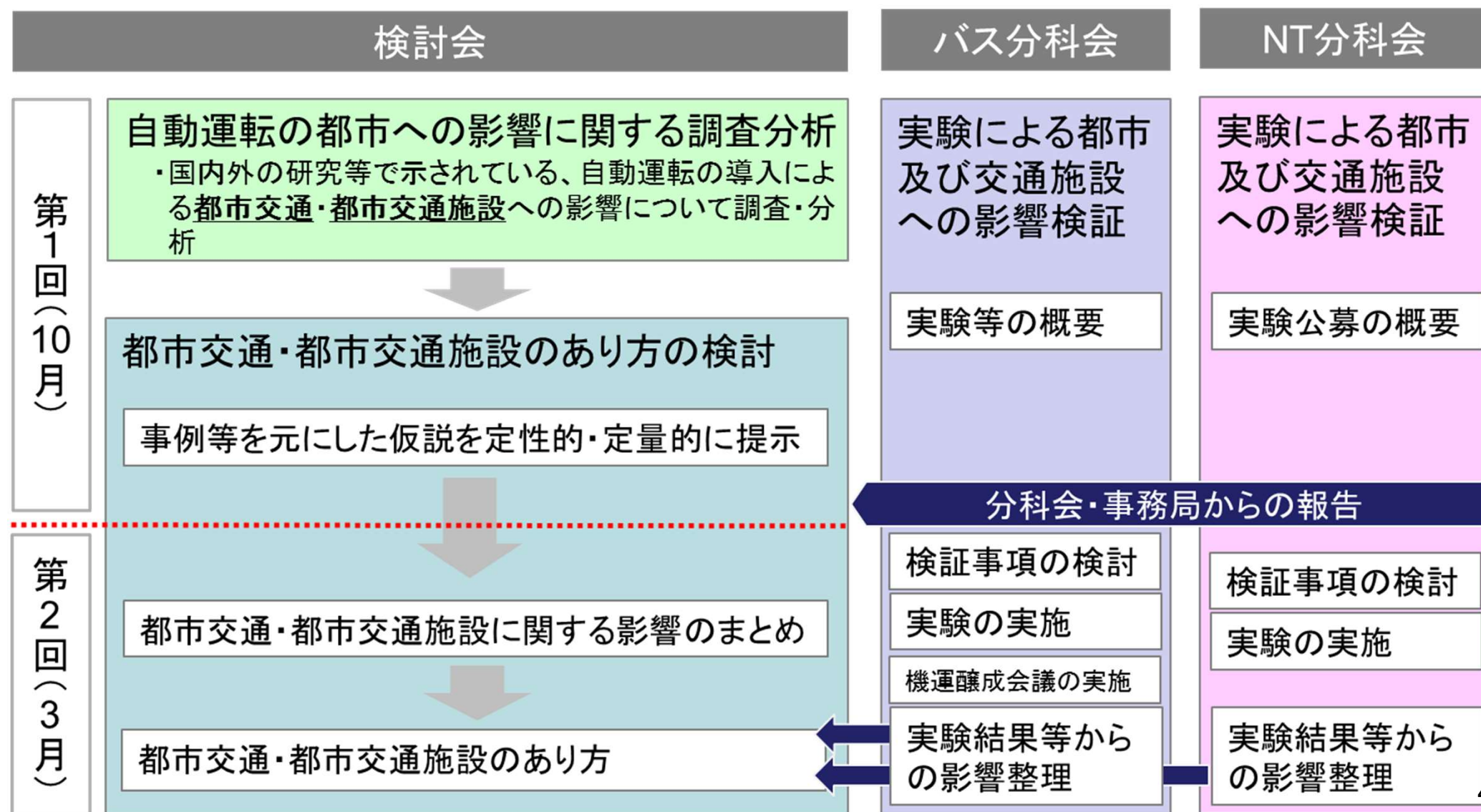
○過年度調査の検討会では、都市交通や都市交通施設への影響について仮説を整理し、自動運転技術の進展や自動運転車の普及が段階的に進むことを踏まえ、時々の状況に応じた都市交通や都市施設のあり方を考えるためのロードマップの作成を行った。



○また、次年度以降の対応方策として、仮説の定性的・定量的な深度化を図り都市交通施設のあり方を検討するとともに、早期の実現・普及が想定される分野や施設を中心とした具体的な適用検討を行うこととした。

	対応方策
検討の深度化	● 仮説の定性的・定量的な深度化 ➢ 仮説を踏まえた定量的なアプローチ ➢ 技術革新(イノベーション)による交通の変化 ➢ 将来の都市交通の姿の見通し ● 都市交通施設のあり方 ➢ 自動運転導入を見据えた施設整備の配慮事項 ➢ 自動運転時代の歩行環境 検討会で議論
実証実験等による影響や対応方策の検討	● 早期の実現・普及が予測される分野や施設を中心とした具体的な適用検討 ➢ 各分科会における実証実験の実施及び検証 各分科会で議論

- 今年度の検討会では、国内外の先進的な研究成果等をもとに定性的・定量的な深度化を進めるとともに、自動運転の導入による都市交通・都市交通施設への影響を整理し、それぞれのあり方について検討を行う。
- 各分科会では、自動運転の早期実現・普及に向けた検討事項について、実証実験を通じて影響整理・検証を行う。



検討会での検討事項

- 交通手段サービスの変化による都市交通への影響は、公共交通機関～新たな多様な移動手段～個別移動など、導入される交通モードや導入割合、都市の状況に応じて影響が異なると想定される。
- そのため、まずは公共交通と個別移動それぞれに着目し、自動運転が普及することにより、現在の都市に対して将来的にどのような影響や課題があると想定されるか、先進的な研究成果等をもとに仮説を立て、対応方向を検討する。
- 段階的な自動運転の普及が想定されるが、まずは最も影響が大きいと考えられる「標準的導入期」（普及率が上がってきた時点）における影響を整理する。

公共交通～個別交通のイメージ

公共交通	鉄道 モノレール・LRT・BRT
	バス
	デマンド交通
個別移動	タクシー
	乗用車 パーソナルモビリティ

自動運転の普及による都市への影響

公共交通に着目した影響

個別移動に着目した影響

都市交通への影響、都市交通施設への影響

対応の方向性を議論、検討

○本日の論点は以下を想定している。

【論点①】

公共交通・個別移動それぞれへの自動運転導入による影響について

- 都市への影響を考える切り口として過不足はないか
- 想定される影響事項に過不足はないか
- 今回お示した、影響の項目・内容の妥当性はどうか
- 影響分析の更なる深度化が必要な事項は何か

【論点②】

自動運転による影響への対処や、利点を活かした今後の都市交通施策の方向性について

- 2. 自動運転普及による都市交通及び都市交通施設への影響検討
 - (1) 公共交通に着目した影響
 - (2) 個別移動に着目した影響

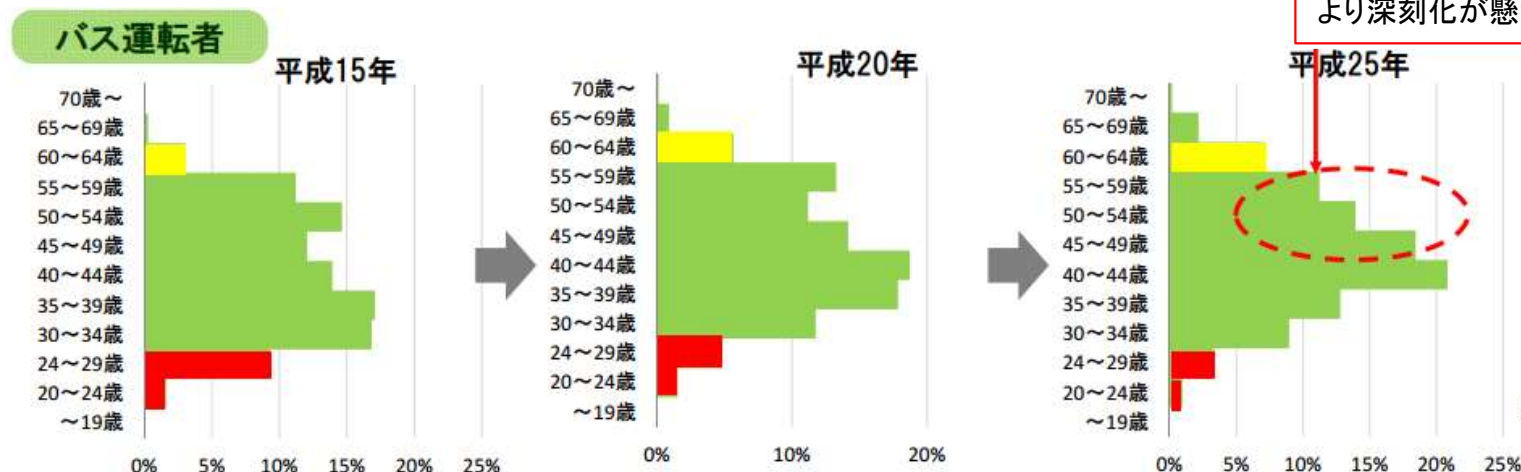
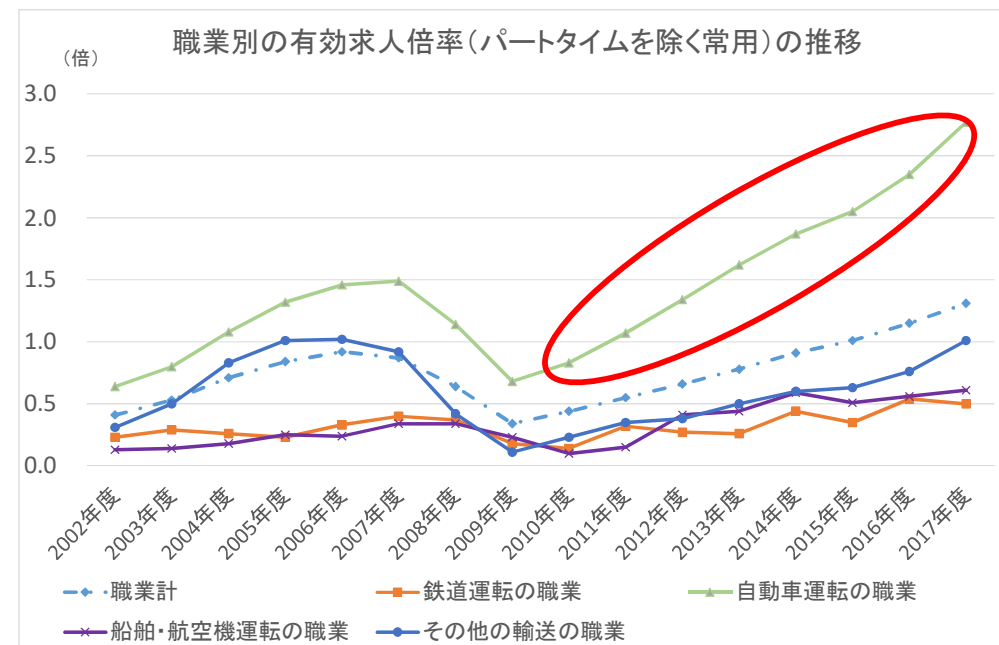
(1) 公共交通に着目した影響

① 都市交通への影響

◆ 公共交通の運行頻度向上

- 公共交通への自動運転車の導入により、資格が必要な運転士を削減でき、公共交通運行に係る人件費の削減、ドライバー不足の解消につながる可能性がある。
- この結果、運行頻度の維持・増強などサービス向上が図られる可能性がある。

- 自動車運転の職業は他の運転業と比較しても有効求人倍率が高い。
- 40歳以下のドライバー率は年々減少、高齢ドライバーの引退によりドライバーが不足することは必須。

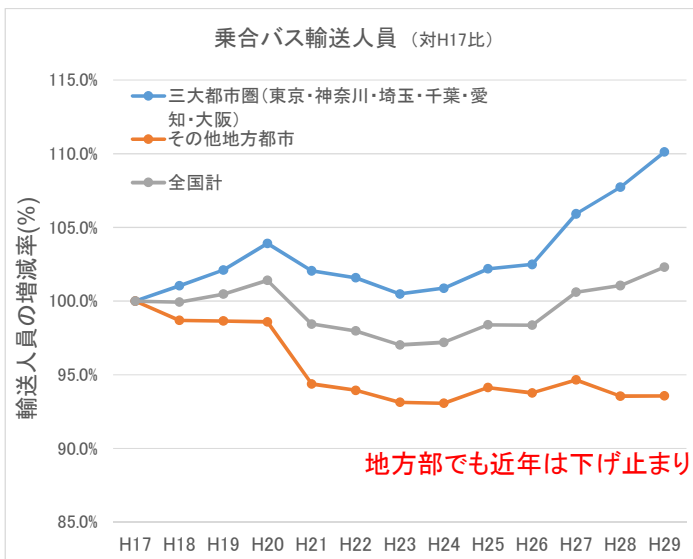


◆公共交通の運行頻度向上

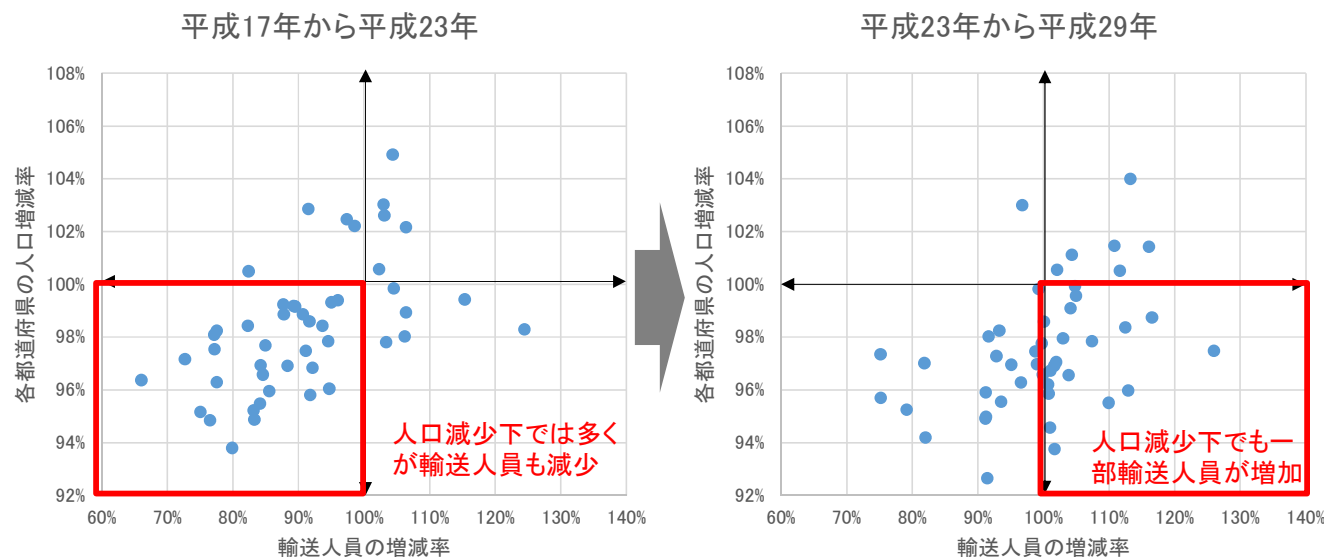
○運行頻度の向上により、自動車利用から公共交通利用への転換が促進され、公共交通利用者数が増加する可能性がある。

- 人口は減少しているものの、乗合バス輸送人員は地方部でも下げ止まり、三大都市圏では増加傾向にある。
- その要因の一つは高齢者の免許返納による利用の増加とみられ、近年の若者の免許保有率の低下傾向も鑑みると、運行頻度の増加等サービスの向上により、さらなる利用がなされる可能性がある。

乗合バス輸送人員の変化



人口増減率と乗合バス輸送人員の関係



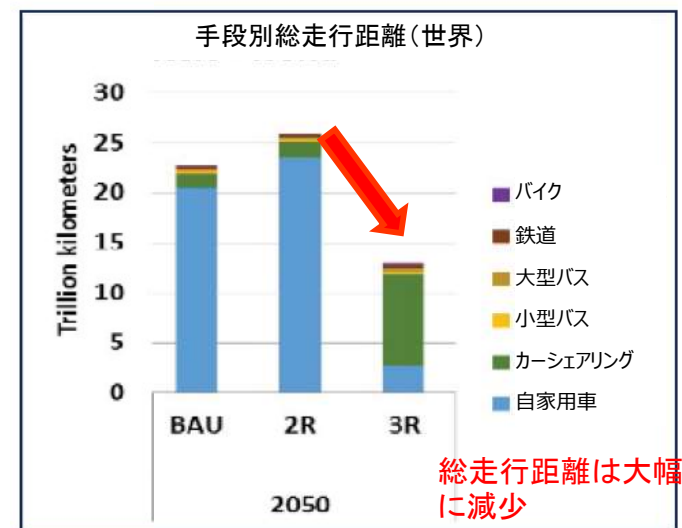
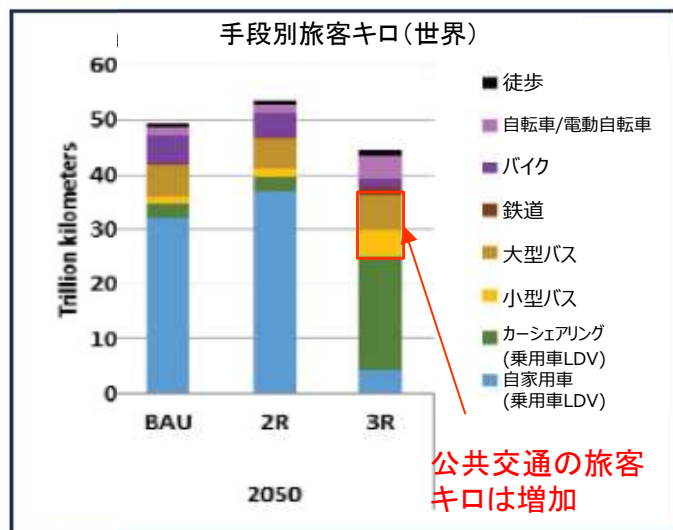
出典：自動車輸送統計調査

②都市交通施設への影響

◆街路空間

- 自動車利用から公共交通利用へ転換されることで、自動車交通量が減少し、主要幹線道路や中心市街地での道路混雑の緩和が想定される。
- 既存の公共交通と連携しつつ自動運転技術を導入することで、街路空間を再編し、様々なモードの公共交通が効率的に混在する走行空間整備を図るなど、街路空間を効率的に活用できる可能性がある。

- 公共交通への自動運転の導入（輸送力の向上）等により、公共交通の利用割合は増加し、全交通手段での総走行距離が減少するとされている。



BAU: 現状趨勢型

2R: 電気自動車の普及、乗用車への自動運転車両の普及

3R: 2Rに加えて公共交通への自動運転導入(輸送力向上)、ライドシェアの導入

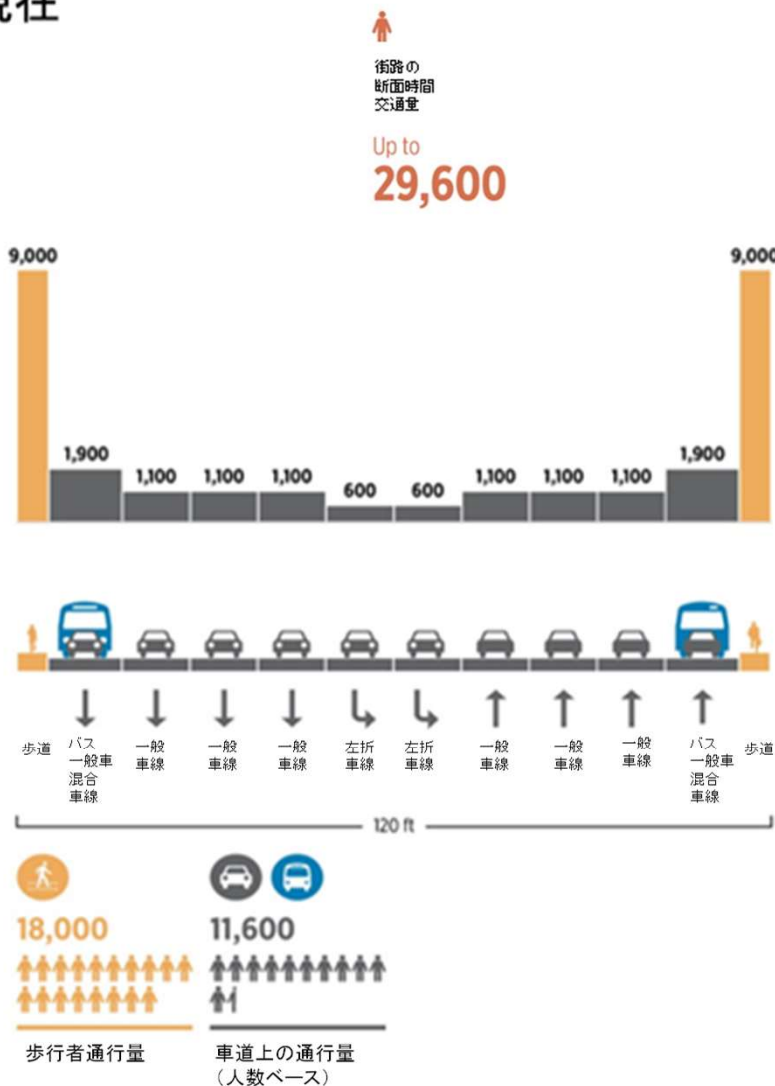
(1) 公共交通に着目した影響

② 都市交通施設への影響

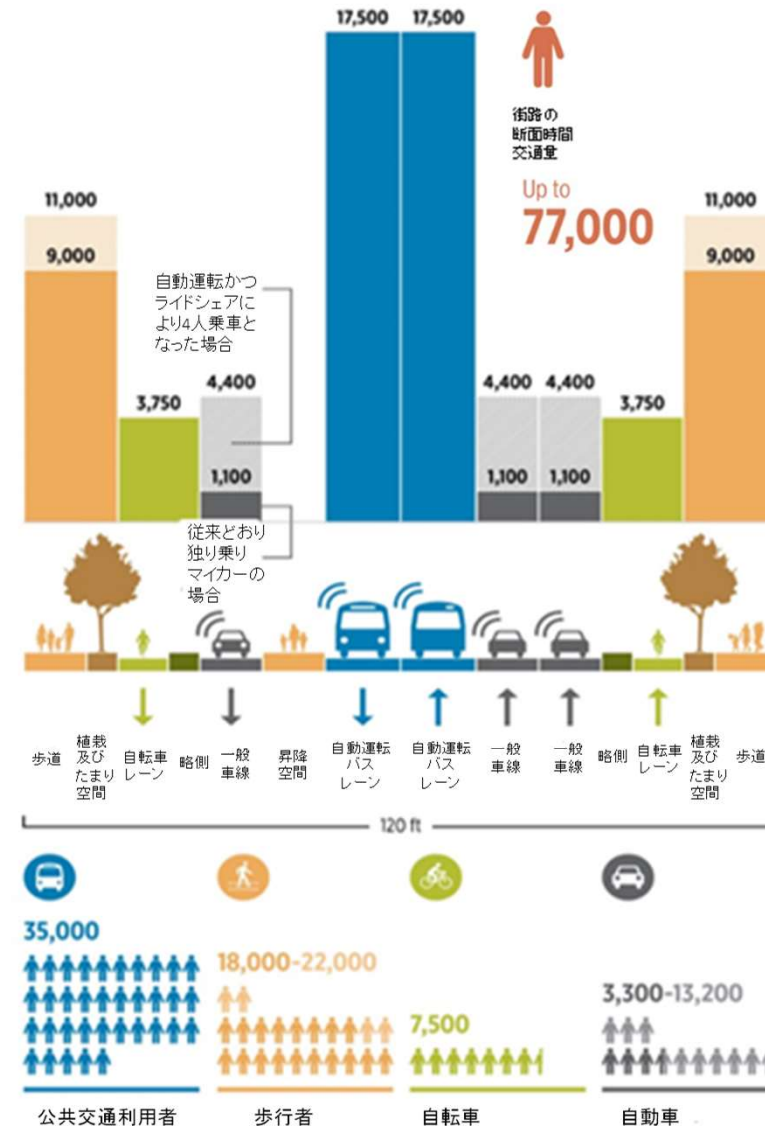
◆ 街路空間

- 交通量の減少及び専用空間化による効率的な輸送により街路空間の再編が可能になることが示されている。

現在



将来



②都市交通施設への影響

◆バス停

- 公共交通への自動運転の導入が進むためには、正着性の向上やバリアフリー対応など、より安全で円滑な利用や乗換えが可能な環境の確保が求められる。
- さらに、基幹公共交通軸や幹線バス路線を中心に、高頻度での運行が可能と考えられるところ、これに対応した施設容量や、車外精算や多様な決済方法の導入など迅速に乗降が可能な環境の確保が求められる。

◆駅前広場・交通結節点

- 公共交通への自動運転車両の導入により、運行頻度の増強とともに主要駅や主要な結節点では乗換え需要が増加することから、施設の円滑な乗換え機能の確保が求められる。
- 駅でのバス待機スペースの設置場所の自由度が高まる。

◆ 駐車場

○自動運転車両の導入による公共交通利便性向上により、自動車利用が減少し、駐車場需要が減少する可能性がある。

- カーシェアリングのみならず公共交通の利用がなされる場合は、駐車場需要量がさらに削減されるとしている。

Table 10. 駐車スペースの最大必要量
(平日24時間)

			Max. Parking requirements 駐車スペースの最大必要量	% of baseline 基準に対する割合
Baseline			160 000	
100% shared self-driving fleet 自動運転車両のシェア が100%	Ride sharing (TaxiBot) ライドシェア	No high-capacity public transport 大量輸送の公共交通なし	11 563	7.2
		With high-capacity public transport 大量輸送の公共交通あり	8 901	5.6
	Car sharing (AutoVot) カーシェア	No high-capacity public transport 大量輸送の公共交通なし	25 621	16
		With high-capacity public transport 大量輸送の公共交通あり	17 110	10.7
50% private car use for motorised trips 自動運転車両のシェア が50%	Ride sharing (TaxiBot) ライドシェア	No high-capacity public transport 大量輸送の公共交通なし	5 928 + 153 122*	99.4
		With high-capacity public transport 大量輸送の公共交通あり	4 622 + 116 689*	75.8
	Car sharing (AutoVot) カーシェア	No high-capacity public transport 大量輸送の公共交通なし	12 705 + 153 330*	103.8
		With high-capacity public transport 大量輸送の公共交通あり	9 561 + 116 467*	78.8

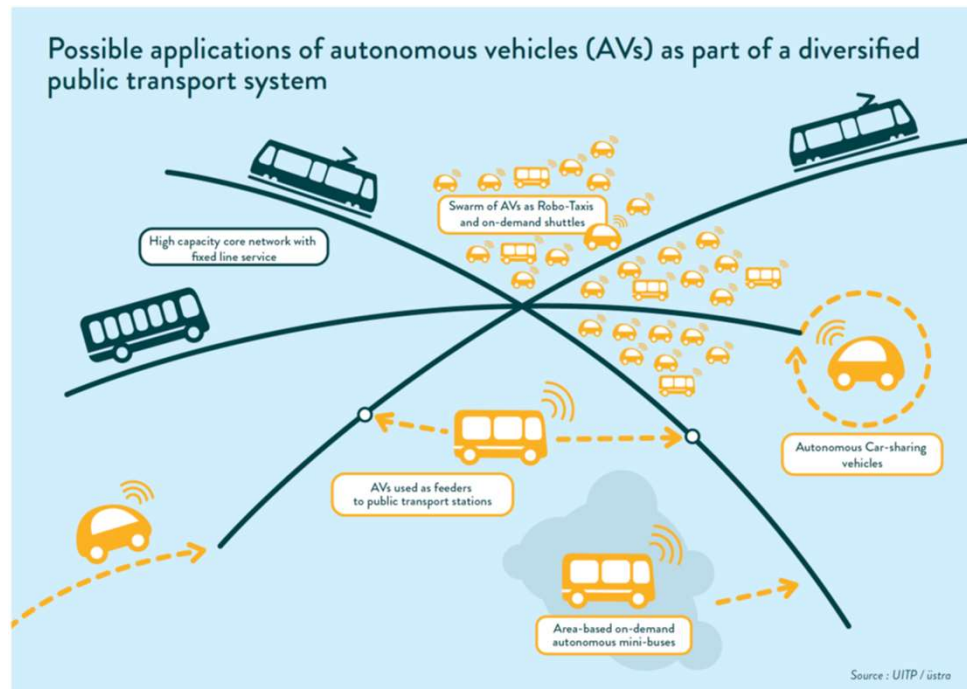
* = shared + private cars (シェアリング+自家用車)

③都市構造への影響

(1) 公共交通に着目した影響

- 自動運転車の公共交通への導入により公共交通軸が維持強化されることで、持続可能で活発な都市の形成に寄与する可能性がある。
- 都市部を中心としたMaaS等の新たな技術の導入と相俟って、都心部の魅力向上につながる可能性がある。

- 大量輸送を支える公共交通ネットワークを強化するように自動運転技術が導入されることで、安全な交通環境と持続可能で活発な都市の形成がなされることが提言されている。



出典: Policy Brief_ Autonomous vehicles: a potential game changer for urban mobility pp.2 (UITP: 国連公共交通連合, 2017.1)

- MaaS等の新たなサービス導入には多額のコストがかかることから、多くの需要が見込める都市部から導入され、それが都市の魅力向上、さらには人口の都心回帰につながると言及している。



図 I-1-2 モビリティセンターおよびモビリティスポットのイメージ
(名古屋大学 COI パンフレットより (一部加筆))

出典: 自動運転普及がもたらす都市交通への影響研究報告所【自動運転普及期の都市交通ビジョン】pp7-8 (公益財団法人豊田都市交通研究所, 2018.3) 15

2. 自動運転普及による都市交通及び都市交通施設への影響検討

(1) 公共交通に着目した影響

(2) 個別移動に着目した影響

(2) 個別移動に着目した影響

① 都市交通への影響

- 自動運転車の普及により、免許を持たない人やこれまで自動車による移動をしなかった人が徒歩・自転車や公共交通からの転換し、自動車を利用する可能性がある。
- また、外出機会が増加し、移動量全体が増加する可能性がある。
- これらにより、自動車による移動が増加する可能性がある。

- 個人所有の車両へ自動運転が普及した場合、非運転者でも半数がどちらからという利用したいと回答しており、公共交通から転換される可能性がある。

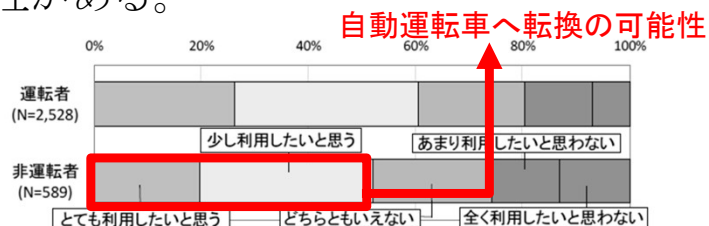


図2 ADV利用意向に関する集計結果

- また、私事目的での外出頻度が増加する可能性がある。

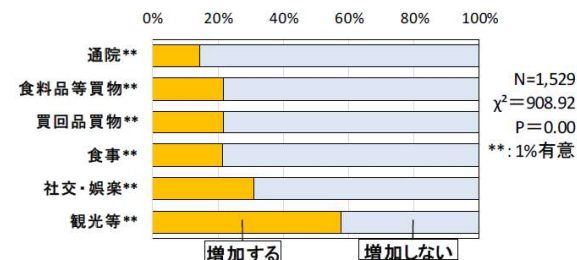


図3 ADV利用に伴う外出頻度の増加有無(運転者)

- 調査対象
18歳以上のWEBアンケート調査会員
- 調査方法
WEBアンケート調査
- 対象都市
都市規模別に7区分、合計47市区町村

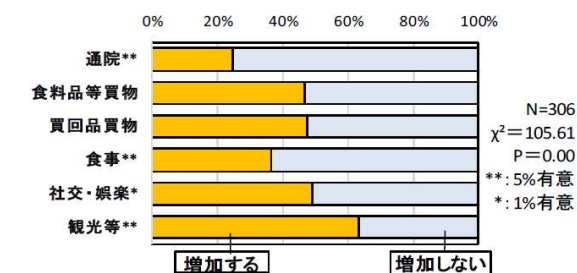
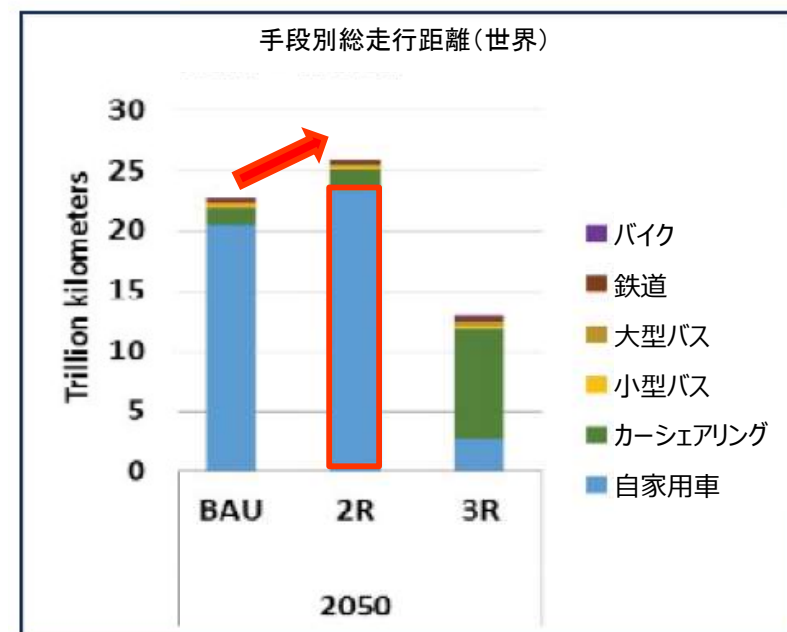


図4 ADV利用に伴う外出頻度の増加有無(非運転者)

出典: 自動運転車利用がもたらす外出行動への影響 pp.3(谷口守、香月秀二他 2017.2)

- 自動運転が個人保有車のみで普及した場合に、個別移動車両の総走行距離が増加すると示されている。



BAU: 現状趨勢型
2R: 電気自動車の普及、乗用車への自動運転車両の普及
3R: 2Rに加えて公共交通への自動運転導入(輸送力向上)、ライドシェアの導入

出典: Three Revolutions in Urban TRANSPORTATION pp.22
(Lew Fulton, UC Davis Jacob Mason, ITDP Dominique Meroux, UC Davis 2017.5)

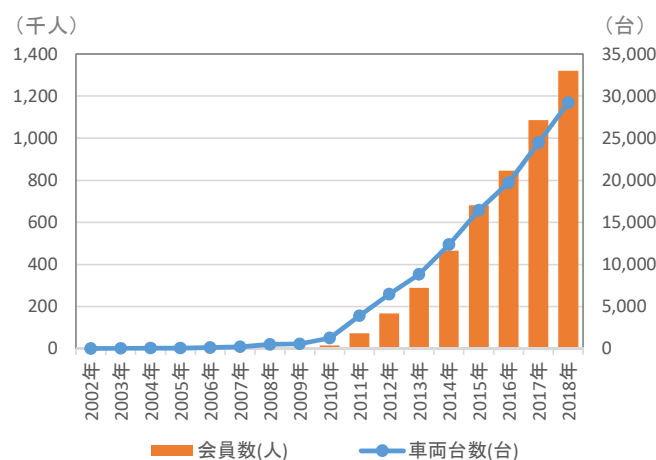
① 都市交通への影響

(2) 個別移動に着目した影響

- 自動運転技術の進展により、駐車必要性がなくなり自由な乗降が可能になることで、個人所有からシェアリングへの移行が進むことが想定される。
- これにより、自動車保有台数は減少する可能性がある。

- 日本でも、現状カーシェアリングの利用者数は年々増加している。

カーシェアリングの会員数と車両台数



ボストン全域での移動手段別シェア(回数ベース%)



出典:エコロジーモビリティ財団資料

- ボストンでのシミュレーションでは、個人所有の移動が減少し、モビリティオンデマンドの移動が多くなると予測されている。

- ロボットタクシー（カーシェアリング）が普及し、行政が自家用車の所有を制限する政策をとった場合、多くの人がシェアリングを利用するようになり、車両台数が約50%減少すると推定されている。

図表14 | シナリオ3 - ロボタクシー(自動運転タクシー)革命



出所:世界経済フォーラム、corpora8、ボストン コンサルティング グループ分析

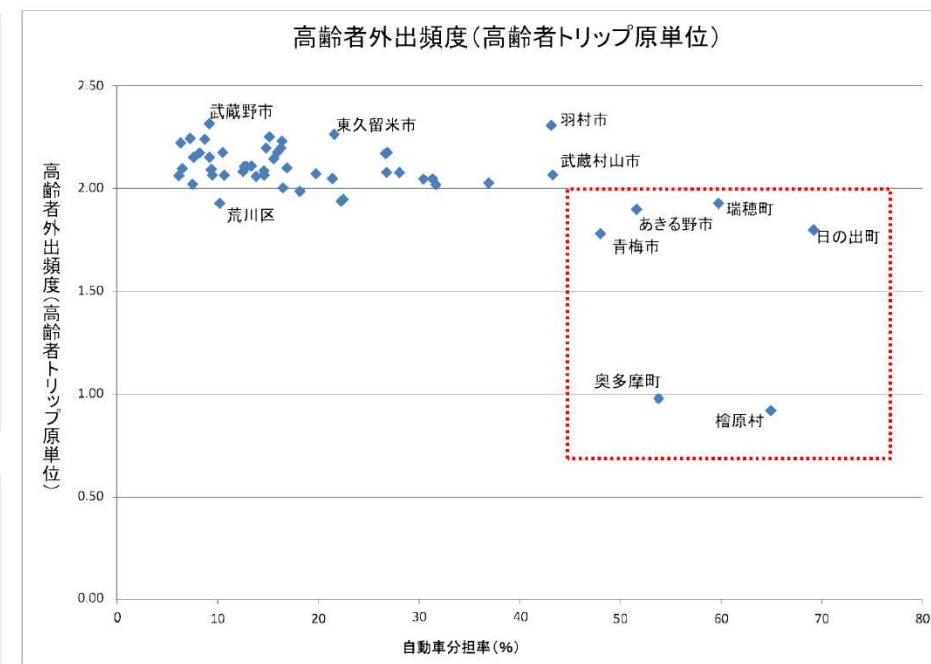
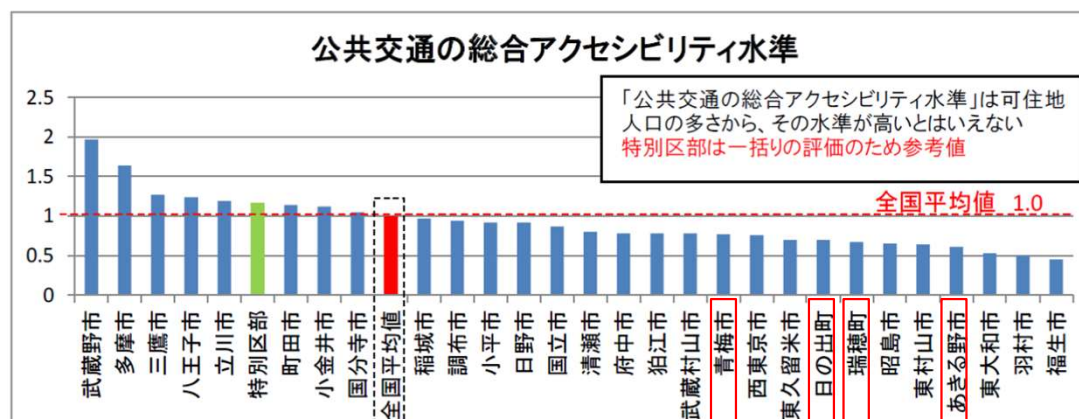
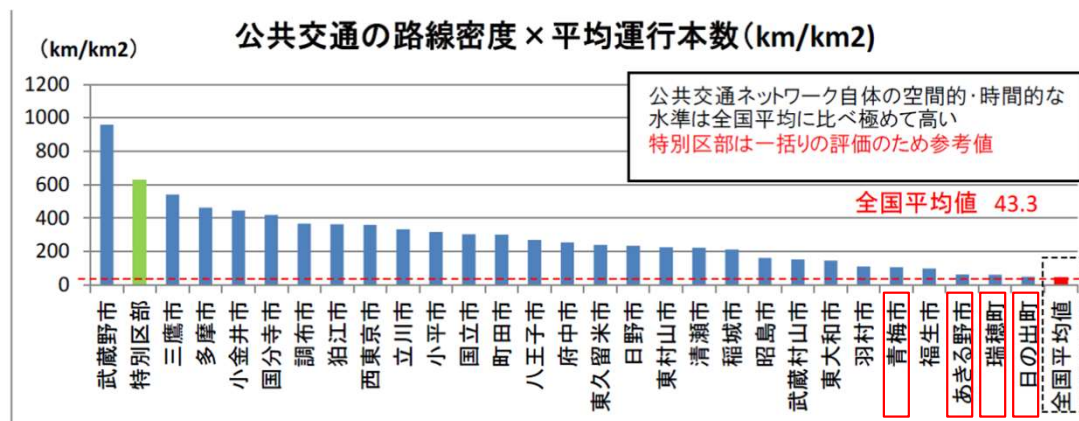
出典:Self-Driving Vehicles, Robo-Taxis, and the Urban Mobility Revolution pp.20 (BCG, 2016.7)

① 都市交通への影響

(2) 個別移動に着目した影響

○個別移動における自動運転車の普及によりドアツードアでの移動利便性が向上すると、移動制約者の移動手段の確保につながる。

- 東京都内市部でみると、公共交通の路線密度と運行頻度が低い地域では自動車分担率が高く、高齢者の外出頻度が低くなっている。



公共交通の総合アクセシビリティ水準:
運行本数指標と路線長指標の積を標準化したもの

②都市交通施設への影響

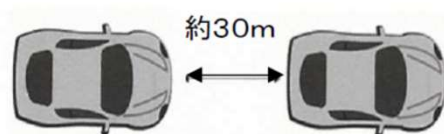
◆街路空間

【車間距離の縮小】

○車間距離の縮小・維持により道路交通容量が拡大する。

- 自動運転車両が100%普及した場合、高速道路上の交通容量が約273%拡大すると予測されている。

＜従来＞全てが一般車両（非自動運転車両）の場合



＜将来＞全てが自動運転車両の場合



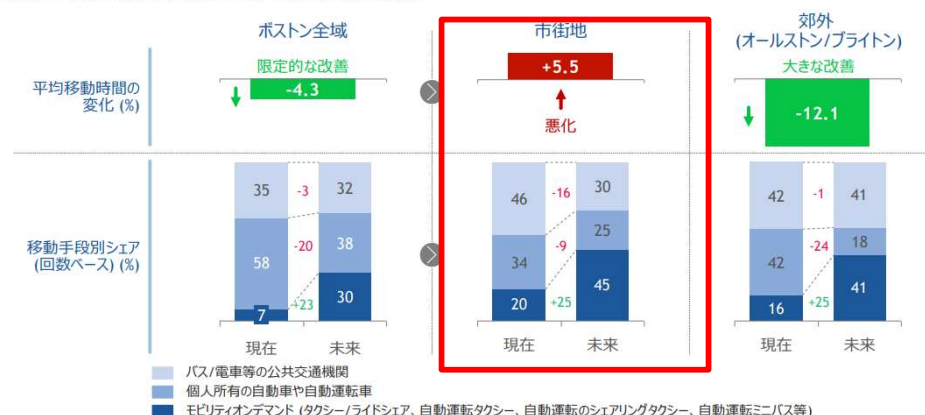
※高速道路を100(km/h)で走行時に、車車間通信技術を用いた場合の試算

【道路混雑・渋滞の発生】

○自動車による移動の増加により交通量が増加し、渋滞が発生する可能性がある。

- 車両台数や平均移動時間は全体として減少するものの、人口密度の高い市街地においては、さらなる混雑を招く可能性があると推定されている。

図表1: 自動運転車によるインパクトは地域ごとに異なる



②都市交通施設への影響

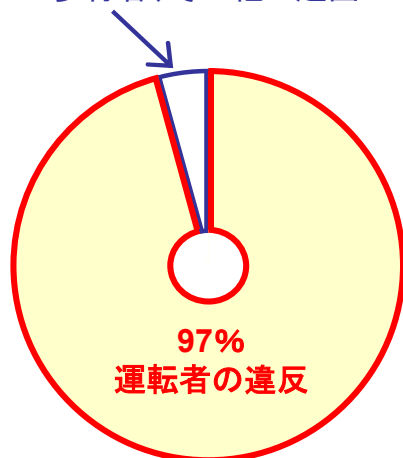
【交通事故の低減】

○自動運転技術が普及することにより、運転手の操作により発生している事故が低減する可能性がある。

- 交通事故のうち死亡事故発生件数の約97%が「運転者の違反」に起因しており、自動運転が実用化されることにより、運転者が原因の交通事故が大幅に低減する効果が期待される。

法令違反別死亡事故発生件数
(平成28年)

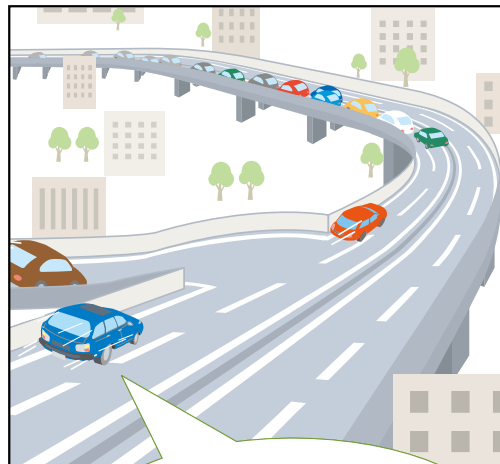
3%: 歩行者、その他に起因



『平成29年版交通安全白書』より

平成29年の交通事故死傷者・負傷者数

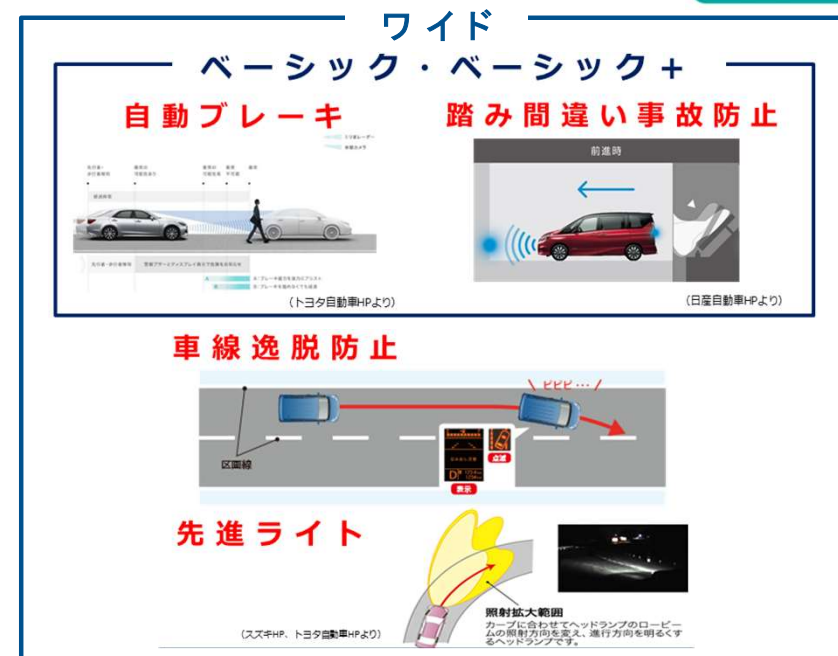
死者数	3,694人
負傷者数	579,746人



- レベル4での自動運転みならず、現時点でも高齢運転者による交通事故防止対策の普及促進がなされている。

平成29年1月に関係省庁副大臣等会議を設置し、「安全運転サポート車」の普及啓発を推進

「安全運転サポート車」のコンセプト



目標

2020年までに自動ブレーキの新車乗用車搭載率を9割以上とする(平成28年時点 66.2%)

◆街路空間

【停車車両の増加】

○自動車による移動の増加した場合、特に需要が集中する大規模施設・集客施設周辺等において、乗降のための停車車両が増加する可能性がある。

【路上駐車の減少】

○停車車両が増加する一方、路上駐車は減少する可能性がある。

◆駅前広場・交通結節点

【乗降スペースの不足】

○送迎車両が増加し、駅前等における乗降スペースが不足する可能性がある。
(特にピーク時に送迎車両が集中する可能性がある。)

【待機スペースの縮小】

○駅前等への駐車場の設置が不要となる可能性がある。
○乗車待ち車両の待機スペースの設置場所の自由度が高まる。

(2) 個別移動に着目した影響

◆ 駐車場

【必要スペースの縮小】

○自動運転により、稠密な駐車ができることから、1台あたりに必要な駐車スペースの縮小が可能となる。

【利用の平準化・需要の減少】

○目的地周辺の駐車場を利用する必要がなく、駐車場利用が平準化される可能性がある。
○カーシェアリングが進んだ場合、駐車場需要そのものが減少する可能性がある。
○不要となった駐車場が、需要の増加が想定される停車場として活用できる可能性がある。

- 経済産業省の自動バレーパーキングの検討では、駐車スペースの有効活用の目標として、車車間距離の短縮により収容台数を20%増加することを挙げている。

- カーシェアリングが100%普及した場合、公共交通の利用がなくとも、84%の駐車場需要が削減可能となっている。

Table 10. 駐車スペースの最大必要量
(平日24時間)

分類	指標	現状	目標	対策案
駐車場の安全性向上	駐車場での事故低減 [件]	事故全体の1/3を占めるうち、車両同士の接触事故54.9%、壁/フェンスへの接触29.5% (日本損害保険協会データより)	駐車エリア内の事故ゼロ	限定空間+自動駐車車両
顧客満足度の向上	駐車待ち・うろつき解消/削減 駐車待ち時間 [分]	—	なし	管制システムによる駐車
	徒歩移動の負担軽減 徒歩移動距離[m] or 時間[分]	—	なし	店舗に直結した降車場/乗車場
駐車場の経営効率改善	誘導人員不足解消 誘導員数(人)	2名(120台規模)	0名	限定空間+自動駐車車両
	稼働率の低い駐車場の稼働率改善 単位時間での総駐車時間/単位時間 [%]	—	(未定) %	管制システムによる駐車 ※目標値は、試算対象を決め、シミュレーション実施後に決める
	駐車スペース有効活用 駐車スペース:6m×幅2.5m(15㎡)、道幅6mを基本とし、収容台数ベースの効率の比較を行う[%]	6m×幅2.5(15㎡)に1台	20%	駐車車間距離の短縮

		Max. Parking requirements 駐車スペースの最大必要量	% of baseline 基準に対する割合
Baseline		160 000	
100% shared self-driving fleet	Ride sharing (TaxiBot) ライドシェア	No high-capacity public transport 大量輸送の公共交通なし	11 563 7.2
		With high-capacity public transport 大量輸送の公共交通あり	8 901 5.6
	自動運転車両のシェアが100%	No high-capacity public transport 大量輸送の公共交通なし	25 621 16
50% private car use for motorised trips	Car sharing (AutoVot) カーシェア	With high-capacity public transport 大量輸送の公共交通あり	17 110 10.7
	Ride sharing (TaxiBot) ライドシェア	No high-capacity public transport 大量輸送の公共交通なし	5 928 + 153 122* 99.4
		With high-capacity public transport 大量輸送の公共交通あり	4 622 + 116 689* 75.8
自動運転車両のシェアが50%	Car sharing (AutoVot) カーシェア	No high-capacity public transport 大量輸送の公共交通なし	12 705 + 153 330* 103.8
		With high-capacity public transport 大量輸送の公共交通あり	9 561 + 116 467* 78.8

* = shared + private cars (シェアリング+自家用車)

③都市構造への影響

○自動運転による移動は、移動時間増加に対する抵抗感を低下させるという知見もあり、交通手段選択に影響を与え、ひいては都市構造に影響を与える可能性がある。

- 自動運転での自家用車やデマンド交通での移動時間の短縮に対する時間価値は、手動運転での時間短縮に対する時間価値より低くなることが示されている。
- これは、自動運転車による移動において、目的地までの所要時間の増加に対する抵抗感が低くなることを示している。

Table 4: Value of Time 時間価値

	Low income 低所得 [n=135]		Middle income 中間所得 [n=205]		High income 高所得 [n=145]	
	model 1	model 2	model 1	model 2	model 1	model 2
Walk 徒歩	12.04	9.43	19.05	14.53	20.05	19.88
Bicycle 自転車	8.85	7.39	14.01	11.38	14.74	15.57
Public transportation 公共交通機関	1.72	1.01	2.72	1.55	2.86	2.12
Private car 自家用車	2.84	-	4.49	-	4.72	-
Private AV 自家用車(自動運転)	-	1.29	-	1.99	-	2.73
Driverless taxi 自動運転タクシー	-	1.96	-	3.02	-	4.14
Waiting time 待ち時間	5.89	5.51	9.32	8.49	9.8	11.61
Access/ egress time アクセス/イグレス	7.22	3.48	11.42	5.37	12.02	7.34

移動時間短縮
に対する時間
価値が半分程
度となっている

Model1: 手動運転の自家用車を利用している状況

Model2: 自動運転車両が導入され利用されている状況

- 3. 自動運転の普及による影響と対応の方向性
 - (1) 想定される効果と問題点
 - (2) 対応の方向性

(1) 想定される効果と問題点

■ 想定される効果

【都市交通】

○公共交通への自動運転導入によるバス等のサービス向上と利用促進

【街路・道路空間】

○車間距離の縮小や路上駐車への減少による道路交通容量の拡大

【駅前広場・交通結節点】

○待機スペース設置場所の自由度が向上

【駐車場・駐車施策】

○個別移動における駐車場所の自由度の向上と、駐車場利用の平準化

■ 想定される問題点

【都市交通】

○個別移動への自動運転導入により、ドアツードアの移動手段が提供され、自動車依存の高まりにつながる

【街路・道路空間】

○中心市街地等における自動車交通量の増加や停車車両の増加による、渋滞など道路環境の悪化

○道路環境の悪化により公共交通の定時性・走行性などサービスが低下し、公共交通軸の機能が低下、公共交通の利用者数が減少

【駅前広場・交通結節点・バス停】

○ピーク時を中心に、送迎車が増加し、駅前広場における交通処理の円滑性が低下

(2) 対応の方向性

■ 影響への対処や、利点を活かした今後の都市交通施策の方向性

【都市交通】

- ・ 移動範囲や目的などに応じ、公共交通を中心に適切な交通手段を選択できるような都市交通マネジメントを行うことが必要
- ・ IoT等を活用した都市交通のマネジメントを有効に活用

【街路・道路空間】

- ・ 円滑な自動運転を支える公共交通の走行空間や停車空間等の機能確保・強化
⇒ 道路空間再配分による効率的な交通体系構築（公共交通の走行空間、まちなかの停車スペース確保 等）

【駅前広場・交通結節点・バス停】

- ・ 送迎のための停車スペースの確保と利用ルールの構築
- ・ 駅周辺における駐車スペースやバス待機場所の確保、駅周辺における交通円滑化対策
- ・ ICT技術等を活かした安全で円滑な乗換え環境の確保

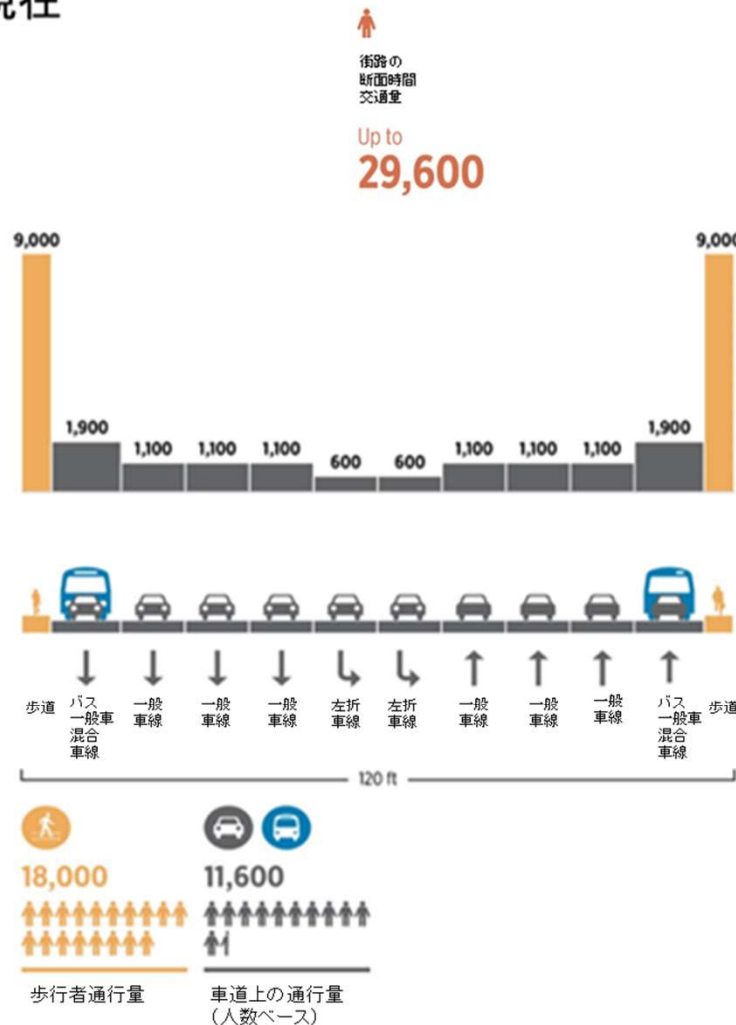
【駐車場、駐車施策】

- ・ 中心市街地における適切な駐車場の配置（フリンジパーキング等）、公共交通との連携による自動車の流入抑制
- ・ 施設での乗降スペースの確保による道路交通への影響軽減（附置義務等）

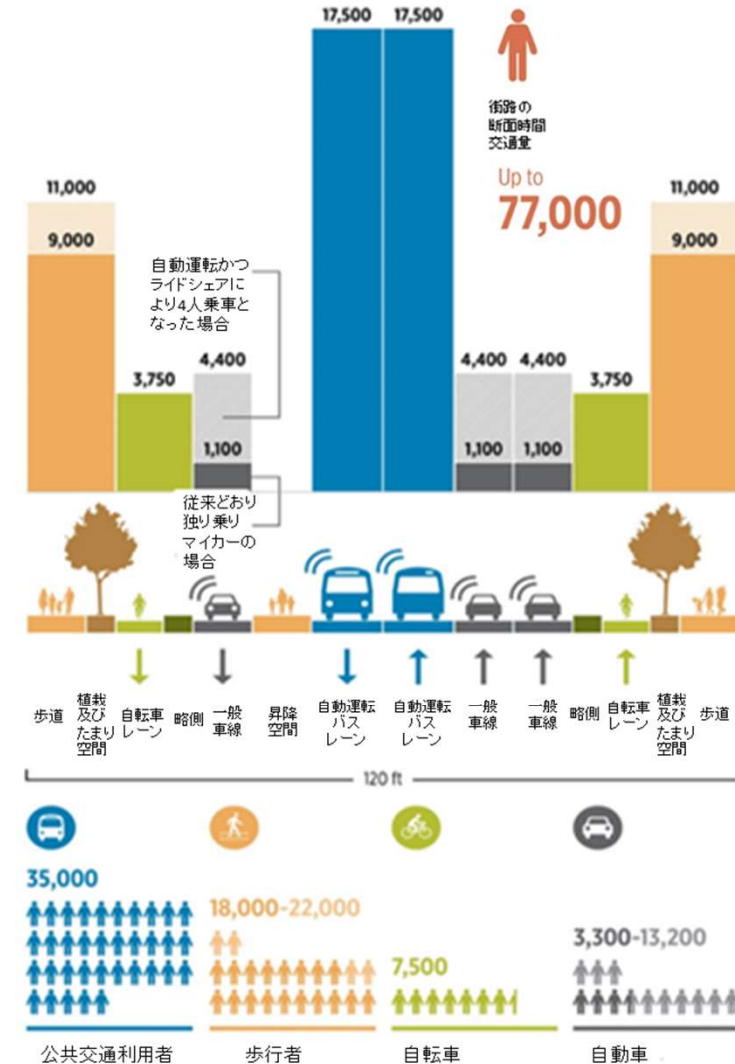
公共交通の専用走行空間確保

○専用走行空間での自動運転を活用した公共交通の運行により、輸送効率が向上し歩道の創出、ベンチなどを配したたまりの空間の創出を想定している

現在

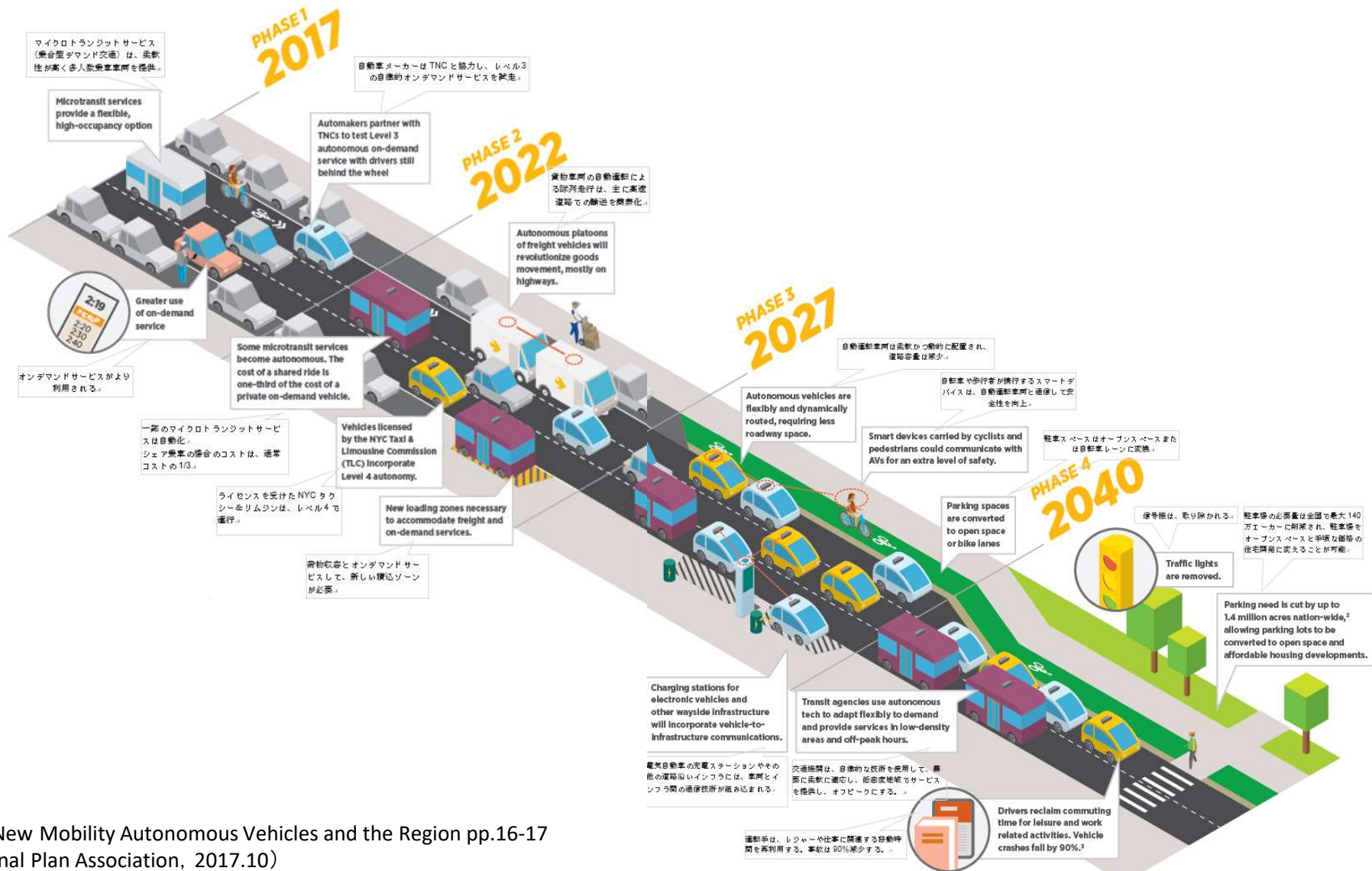


将来



街路・道路空間の再配分

- 自動運転の普及による道路空間の再構築の進展を年次を追って提示
- 2040年には恒久的にオープンスペース等の確保を行うことが可能としている



○以下の事項についてご意見をいただきたい。

【論点①】

公共交通・個別移動それぞれへの自動運転導入による影響について

- 都市への影響を考える切り口として過不足はないか
- 想定される影響事項に過不足はないか
- 今回お示した、影響の項目・内容の妥当性はどうか
- 影響分析の更なる深度化が必要な事項は何か

【論点②】

自動運転の導入による影響への対応や、利点を活かした今後の都市交通施策の方向性について