

身近な道路交通手段の近未来

2023年7月26日（水）アスファルト舗装技術講習会

大同大学建築学科土木・環境専攻

准教授 樋口恵一

自己紹介

<略歴>

日本大学大学院理工学研究科
社会交通工学専攻 修了

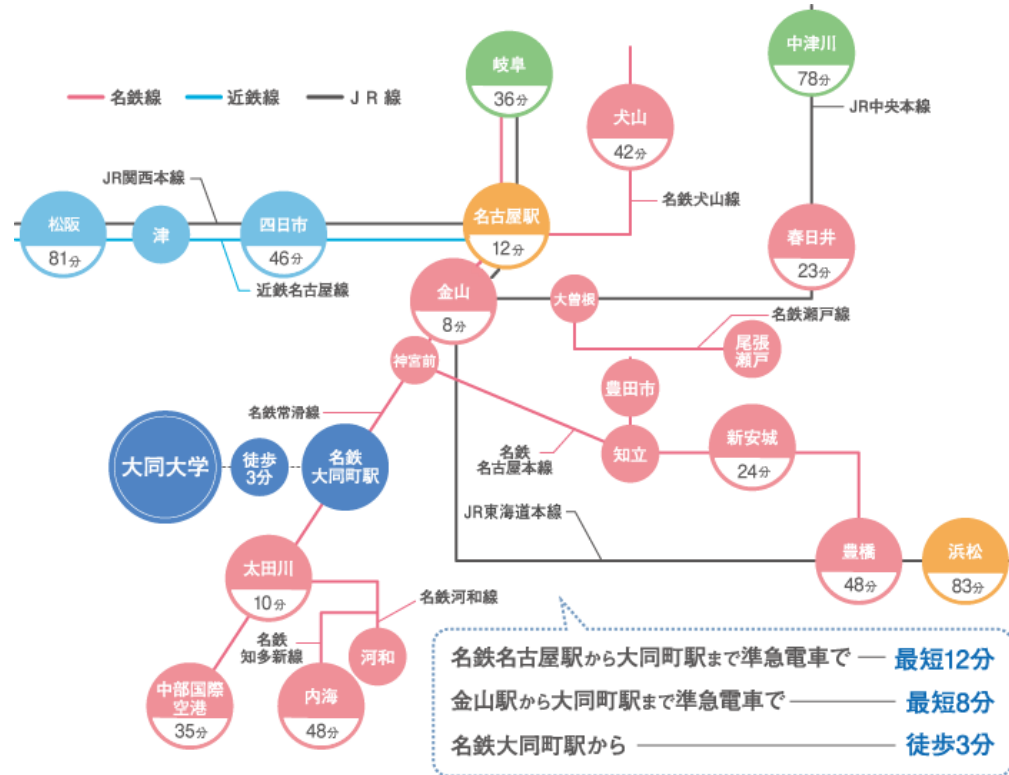


(公財) 豊田都市交通研究所



大同大学工学部建築学科

土木・環境専攻



2024年～ 建築学部 建築学科 都市空間インフラ専攻



自己紹介

専門：交通まちづくり（公共交通計画）・福祉のまちづくり

- 国土交通省中部運輸局 地域公共交通コーディネーター（2012年～）
- 刈谷市都市交通協議会副会長、バス専門部会 委員長（2018年～）
- 美濃市公共交通会議 委員（2018年～）
- 長久手市地域公共交通会議 委員（2019年～）
- 岐阜県タクシー協会 準特定地域協議会 会長（2017年～）
- 名古屋市障害者施策推進協議会 委員（2018年～）
- あま市福祉有償運送運営協議会 副会長（2016年～）
- 尾張西部圏域福祉有償運送運営協議会 会長（2017年～）
- 豊田市福祉有償運送運営協議会 副会長（2018年～）
- 名古屋市大規模小売店舗立地審議会委員（2020年～）
- 大府市緑化推進委員会 委員長（2017年～） など



<研究活動の様子>

- コミュニティバス実態調査
- シニアカーシェアリング
- 高齢ドライバー運転評価
- 公共交通計画策定WS
- 避難行動要支援者マッチングアプリ

目次

I. 未来の交通手段

空飛ぶ車の台頭！？

自動運転の現状、シナリオ

II. マイクロモビリティ

道路交通法改正

μモビリティの実態把握

シニアカー

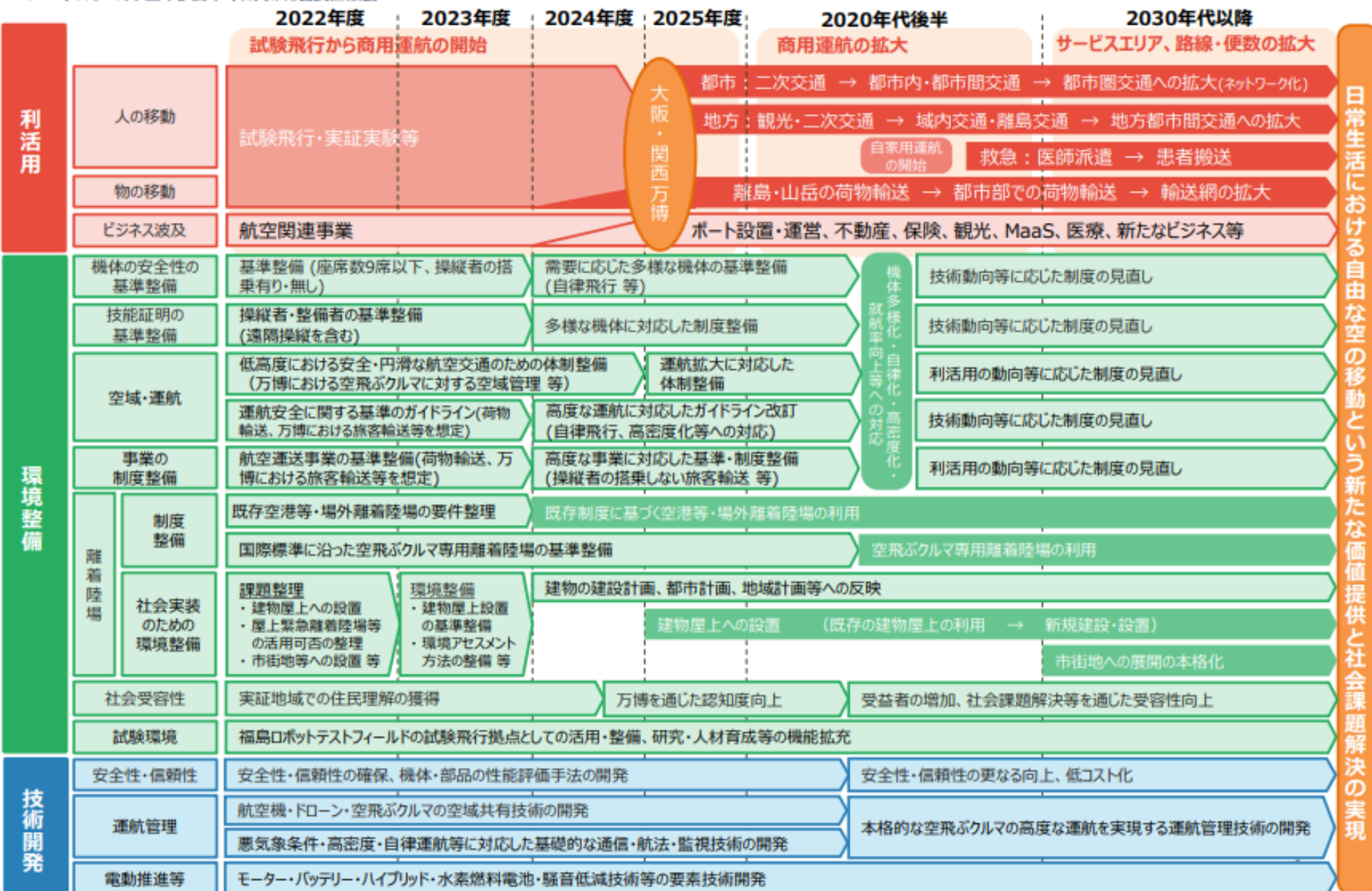
特定小型／特例小型原動機付自転車

III. 将来の道路空間

空の移動革命に向けたロードマップ(改訂版)

2022年3月18日 空の移動革命に向けた官民協議会

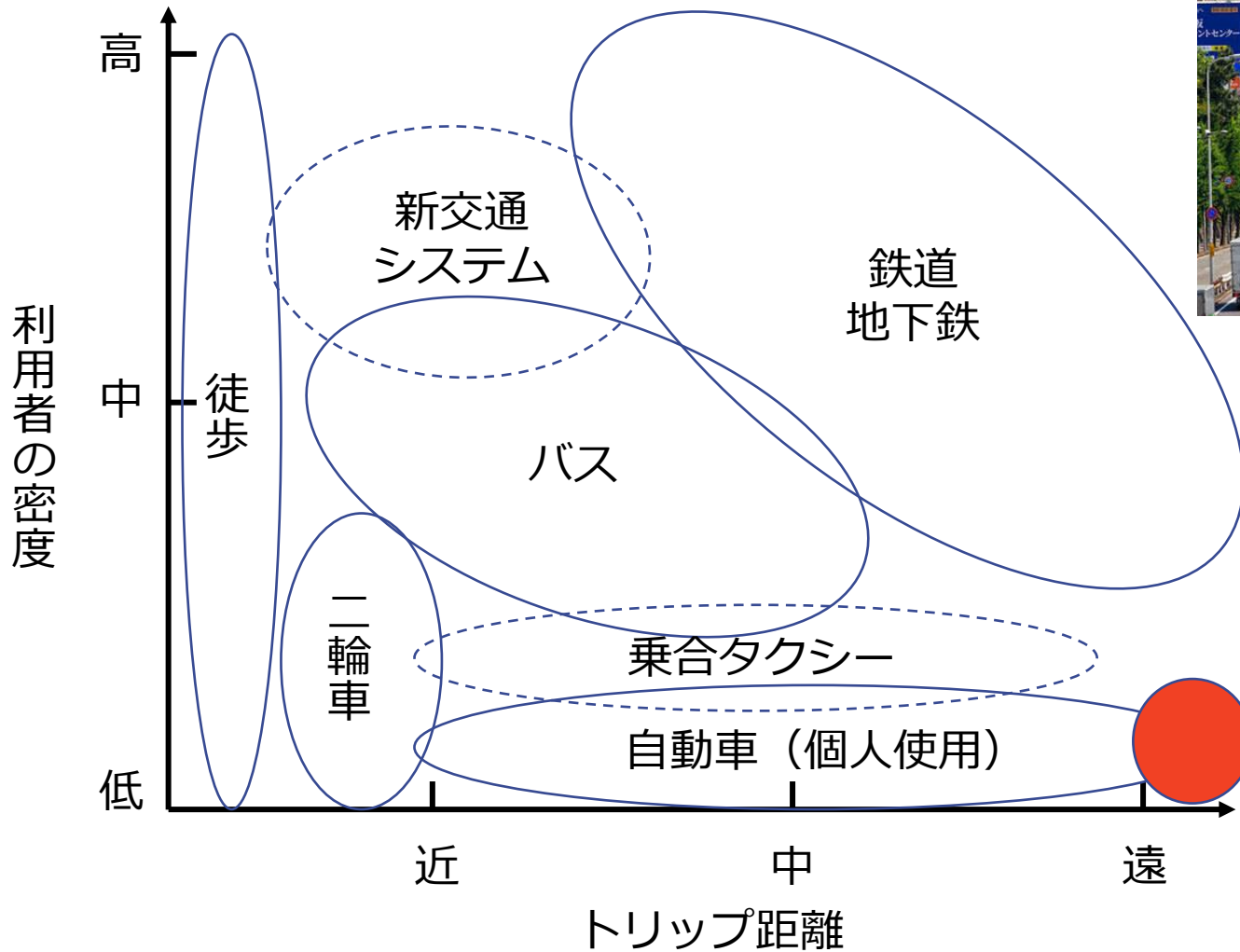
このロードマップは、いわゆる“空飛ぶクルマ”、電動・垂直離着陸型・自動操縦の航空機などによる身近で手軽な空の移動手段の実現が、都市や地方における課題の解決につながる可能性に着目し、官民が取り組んでいくべき技術開発や制度整備等についてまとめたものである。



日常生活における自由な空の移動という新たな価値提供と社会課題解決の実現

出典：空の移動改革に向けたロードマップ(改訂版)

都市交通手段との比較

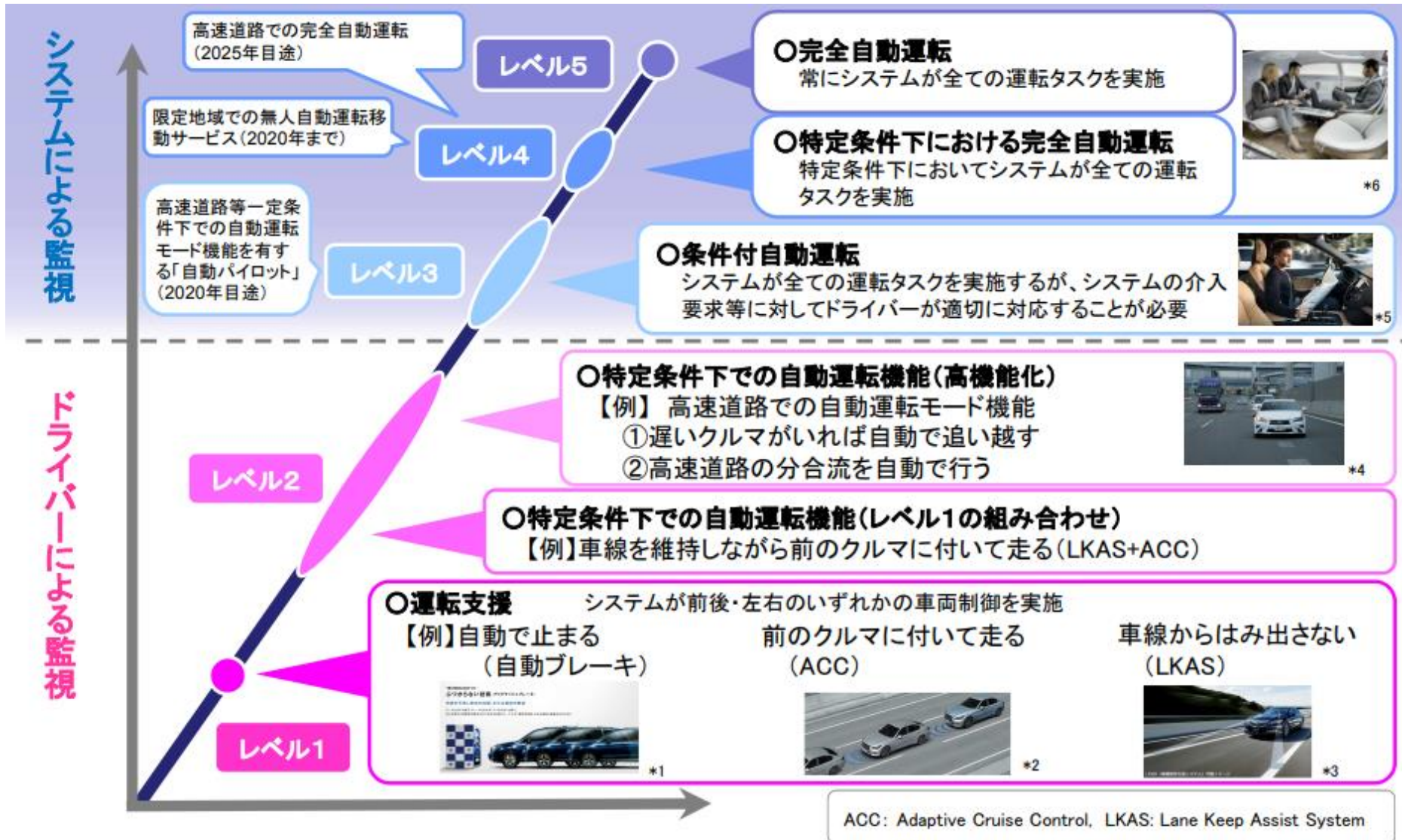


- 大量トリップの輸送
- 離発着場

空飛ぶ車の活用
フィールドは
限定的

自動運転のレベル分け











出典：国土交通省



官民ITS構想・ロードマップ2017等を基に作成

*1 (株)SUBARUホームページ *2 日産自動車(株)ホームページ *3 本田技研工業(株)ホームページ
 *4 トヨタ自動車(株)ホームページ *5 Volvo Car Corp.ホームページ *6 CNET JAPANホームページ

自動運転の現在地

		自家用車	移動サービス
日本 	目標	<ul style="list-style-type: none"> 2025年目途に、高速道路において レベル4の実現 	<ul style="list-style-type: none"> 限定地域における無人自動運転移動サービスを実現 -2025年目途 50か所程度 -2027年目途 100か所以上 
	実績	<ul style="list-style-type: none"> レベル3自動運転車(高速道路・渋滞時)を販売開始(ホンダ・レジェンド)[2021年3月] ※世界初 	<ul style="list-style-type: none"> 全国各地で様々な実証事業 レベル3での無人自動運転移動サービスを事業化[2021年3月] <p>無人自動運転移動サービス(永平寺町)</p>
米国 	目標	設定なし	設定なし
	実績	<ul style="list-style-type: none"> 販売実績無し 	<ul style="list-style-type: none"> サンフランシスコ等において、レベル4での無人自動運転タクシーの営業運転を開始[2022年6月] <p>Cruise社</p> 
欧州 	目標	設定なし	<ul style="list-style-type: none"> 2030年代にレベル5を実現(欧州委員会自動運転ロードマップ)
	実績	<ul style="list-style-type: none"> レベル3自動運転車(高速道路・渋滞時)を販売開始(Mercedes Benz)[2022年5月] 	<ul style="list-style-type: none"> フランス等において、レベル4での無人自動運転バスの実証事業を実施[2021年11月] <p>EasyMile社</p> 
中国 	目標	<ul style="list-style-type: none"> 2030年までに新車販売の10%をレベル4相当(中国製造2025) 	設定なし
	実績	<ul style="list-style-type: none"> 販売実績無し 	<ul style="list-style-type: none"> 武漢市等において、レベル4での無人自動タクシーの営業運転を開始[2022年8月] <p>Baidu社</p> 

レベル4の現状

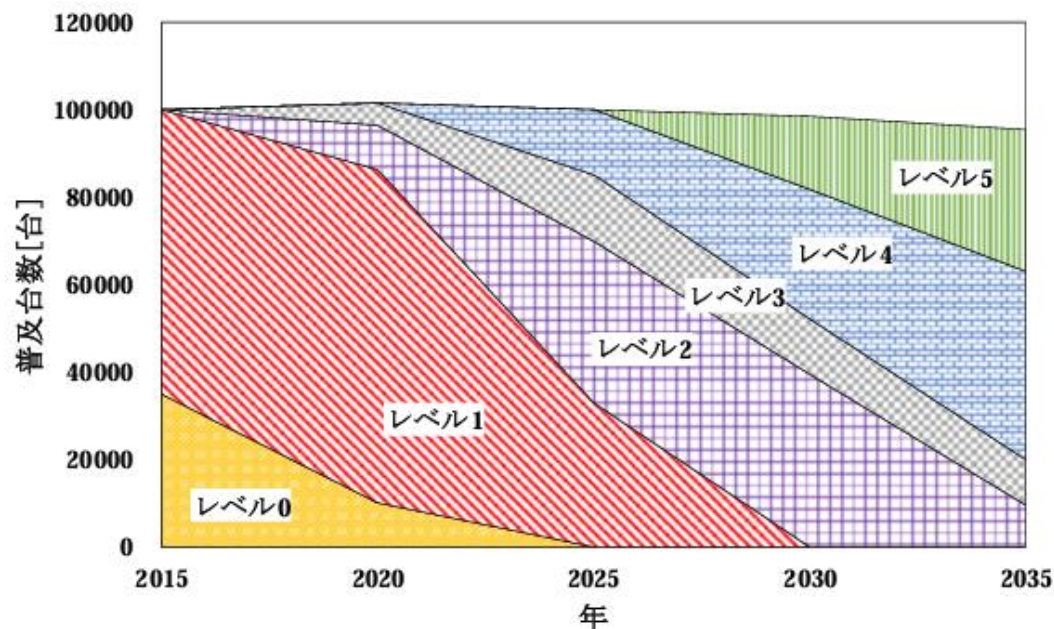


自動運転普及のシナリオ

～2030年頃まで

◆地方部におけるレベル4の自動運転移動サービスの展開
(都市部においても一部地域での実証)

◆高速道路におけるトラックの自動運転、一般車のレベル4も実装に近い



道路交通法改正

12



警察庁
National Police Agency

[> English](#) [> 国家公安委員会](#) [> サイトマップ](#)

[警察庁について](#)

[お知らせ](#)

[政策](#)

[法令](#)

[ホーム](#) [> 各部局から](#) [> 交通局](#) [> 交通安全のための情報](#) [> 特定小型原動機付自転車（いわゆる電動キックボード](#)

特定小型原動機付自転車（いわゆる電動キックボード等）に関する交通ルール等について

[簡易版（日本語）](#)

[English](#) | [簡体中文](#) | [한국어](#)

令和5年7月1日、道路交通法の一部を改正する法律（令和4年法律第32号）のうち、特定小型原動機付自転車（いわゆる電動キックボード等）の交通方法等に関する規定が施行されました。

これにより、性能上の最高速度が自転車と同程度であるなどの一定の要件を満たす電動キックボード等は、特定小型原動機付自転車として、走行場所が自転車と同様となるなどの新たな交通ルールが適用されます。

特定小型原動機付自転車に該当する電動キックボード等の運転者が守るべき交通ルール等は以下のとおりですので、ルールを正しく理解し、遵守しましょう。

μモビリティの実態把握

電動車椅子の種類



資料：国土交通省「国内のハンドル形電動車椅子の利用に関する調査結果」
<https://www.mlit.go.jp/common/001177236.pdf> (2023.2.18最終閲覧)



HONDA
The Power of Dreams



ホンダ MC-β

トヨタ車体
TOYOTA AUTO BODY



トヨタ車体 コムス

NISSAN



日産 ニューモビリティコンセプト (NMC)

TOYOTA



トヨタ i-ROAD

NTN **TAJIMA**
MOTOR CORPORATION



NTN・タジマ

NEUS



ノイエス フリーブ

KOBOT



コボット コボットθ
※写真はコボットθ



HTM-Japan

資料：国土交通省自動車局環境政策課「超小型モビリティの成果と今後」
<https://www.mlit.go.jp/jidosha/content/001364961.pdf> (2023.2.18最終閲覧)

年齢とμモビリティの関係



シニアカーの普及拡大

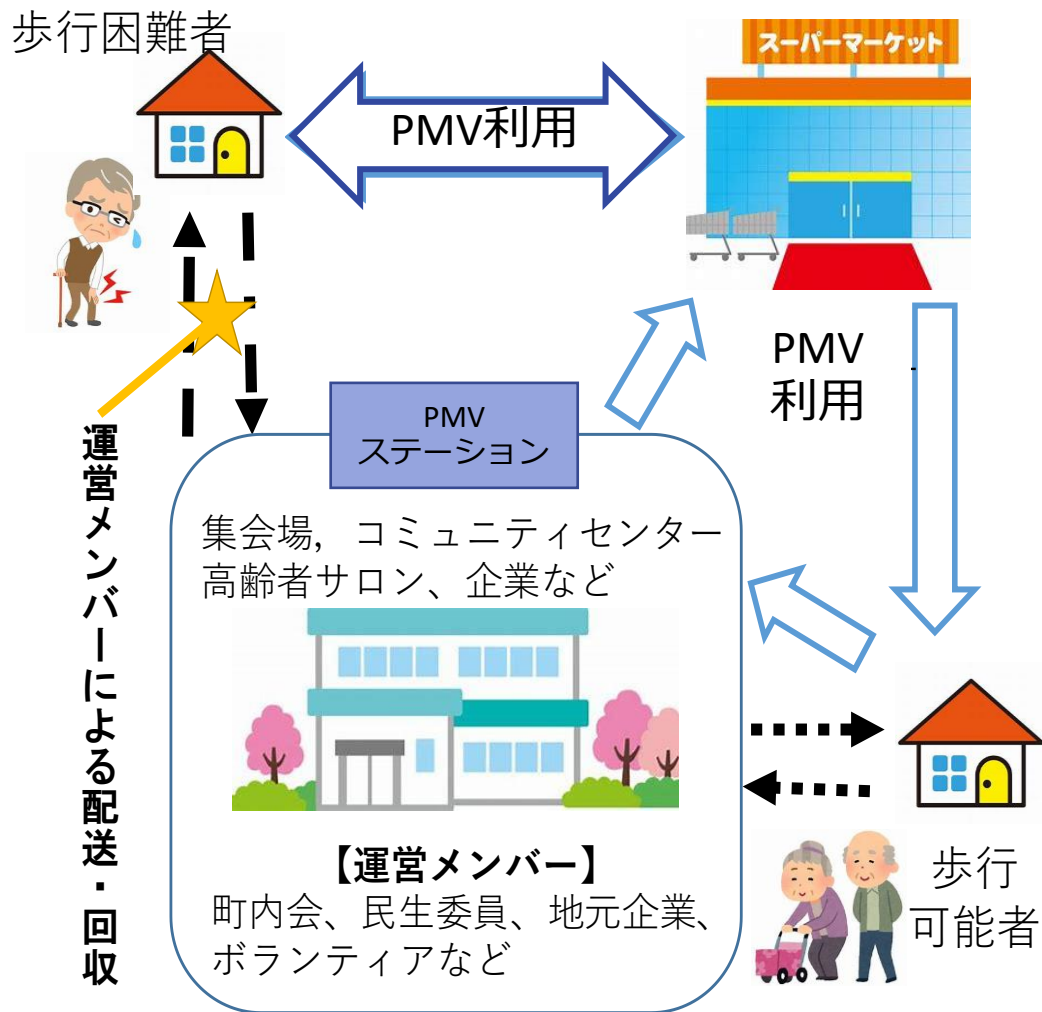
(経済産業省)

	京丹後市	静岡市	調布市	つくば市	横浜市
地域環境	中山間地	中山間地	郊外都市	地方都市	郊外都市
	周辺2km圏内に主要な商業施設はない(週2日移動販売)	周辺2km圏内に主要な商業施設はなく、買い物や通院は町に出る必要がある	周辺1km圏内にスーパー、郵便局があり、2~3km圏内にも商業施設や病院が多数点在	周辺2km圏内にスーパーや病院等複数の施設が点在	周辺2km圏内にスーパーや薬局等の施設がある
用途/利用シーン	移動は自家用車、バイク、バス	移動は自家用車、バス	移動は自家用車、自転車、バス	移動は自家用車がメイン	駅や病院まではバス移動がメイン
	<ul style="list-style-type: none"> 練習、練習会 散歩 地域活動 移動販売への買い物 診療所への通院 	<ul style="list-style-type: none"> 練習 散歩 畑への往復 	<ul style="list-style-type: none"> 練習、練習会 散歩 買い物 通院 	<ul style="list-style-type: none"> 練習 散歩 地域活動、サークルなど 買い物 	<ul style="list-style-type: none"> 練習 散歩 イベントへの参加 買い物 通院
電動車いすでの外出先	1回あたりの平均走行距離 ※5地域平均：1.7Km				
	0.9Km	0.9Km	2.6Km	2.2Km	1.2Km

○ 1 Km圏内 ○ 2Km圏内 ○ 3Km圏内

シニアカー（PMV）地域シェアリング

- ✓ 高価、心理的抵抗感（不健康、高齢感）
- ✓ 地域で共同保有しシェアリングする案
- ✓ 名古屋市南区にて実証実験



出典：株式会社キュリオHP

シニアカーの地域シェアリング

- 実証実験期間3か月で**合計31回**の利用を確認
- 複数回利用は11名中5名
- 操作や走行環境に対する不安から運転に慣れるまでは運営メンバーが利用中に付き添いを実施



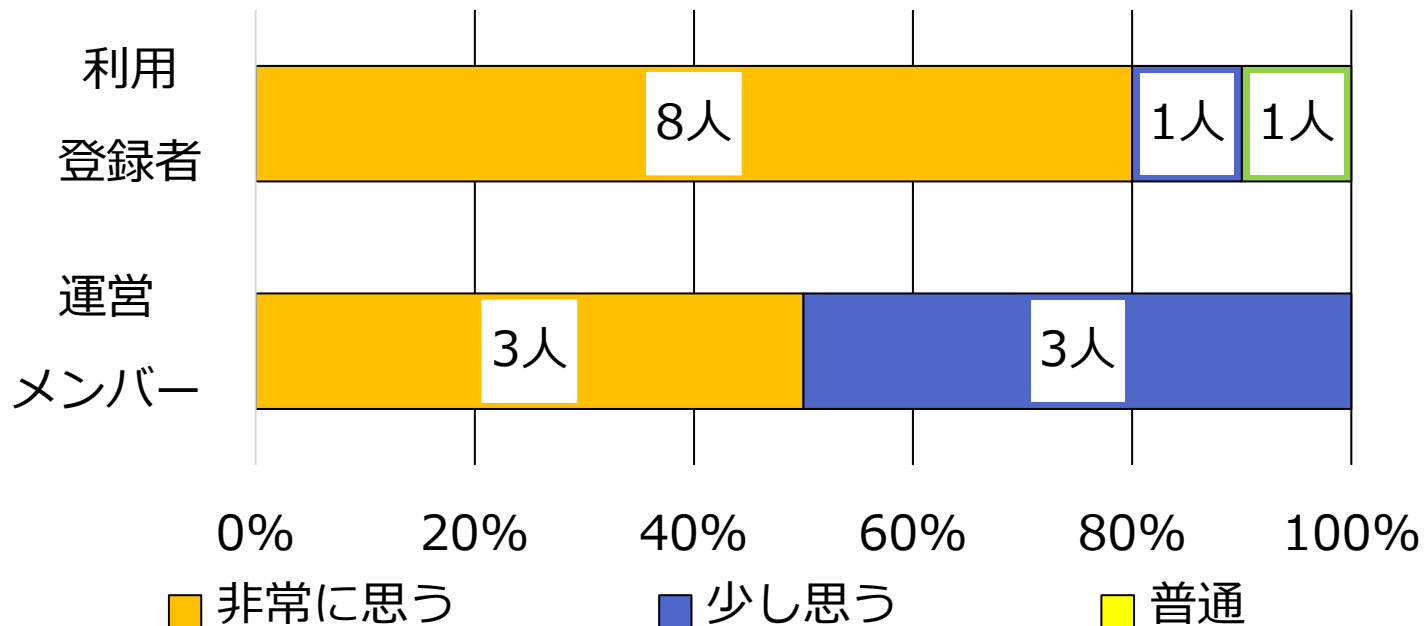
利用時の様子



付き添いの様子

シニアカーの地域シェアリング

- ◆身体的に不安がある方の外出範囲が拡大
- ◆人とのつながりが増加
- ◆地域シェアリングシステムの必要性



μモビリティ 混在問題



電動車椅子の需要拡大
既存交通

中速・低速の切り替え可能
(低速時には歩道走行可能)

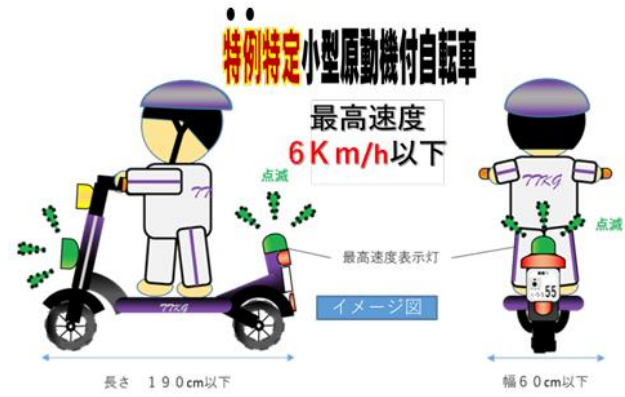
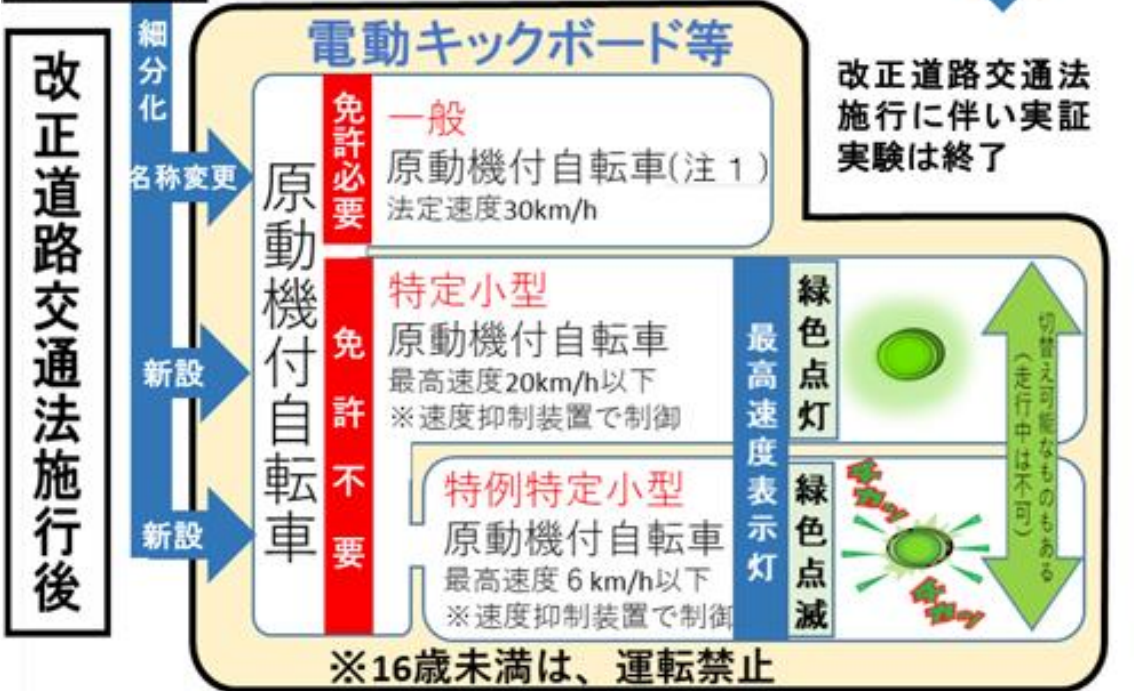


特定小型／特例小型 原動機付自転車

(出典：警視庁)



令和5年7月1日から



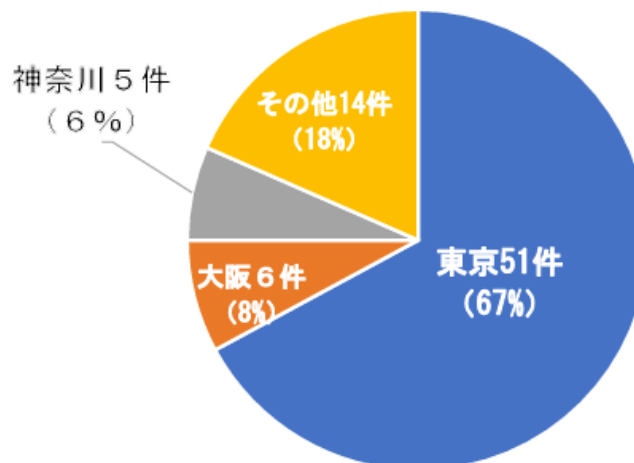
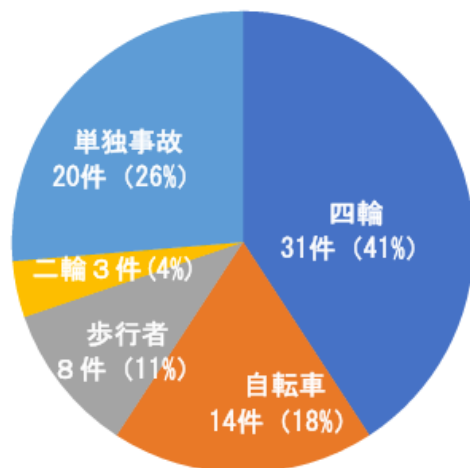
電動キックボード事故 (出典：警察庁)

<電動キックボードに関連する交通事故件数・死傷者数>

年次 \ 区分	事故件数	死者数	負傷者数
令和2年	4	0	5
令和3年	29	0	30
令和4年	41	1	41
令和5年(～1月)	2	0	2
合計	76	1	78

※電動キックボードが第1当事者又は第2当事者となった人身事故で、警察庁に報告のあった件数を集計

<相手当事者別(令和2年～令和5年1月)> <都道府県別(令和2年～令和5年1月)>



※その他：茨城1件、群馬1件、埼玉2件、千葉1件、石川1件、愛知2件、兵庫2件、徳島1件、福岡1件、長崎1件、沖縄1件

懸念点：走行時の揺らぎ

- 歩行者や車いす：安定通行が可能で物理幅員に対して余裕幅が狭い
- 自転車：フラフラしやすいため物理幅員に対して余裕幅が広い→速度によって側方への揺らぎが変化

→特定小型/特例小型の対象となる16歳以上では、**低速であるほど安定性を維持するのが難しい**

→特定小型/特例小型の走行挙動に関する知見の積み上げが必要

自転車走行速度と蛇行幅

属性	自転車の速度による変化
大人	速度増加（13→23km/h）時 減少（53cm→28cm）
中学生	速度増加（13→23km/h）時 凹型（39cm→23cm→42cm）に変化
小学生	速度11kmで35cm 13～23km/hで増加（27→50cm）

懸念点：速度の問題

○自転車の速度（車道部）：約15km/h

○歩行速度：性年齢でのバラつきが大きい

- ・ 中年男性の歩行速度：約5km/h
- ・ 同年代の女性：4km/h
- ・ 高齢者：3km/h

○特定小型/特例小型と電動車いすはそれぞれ、20km/hおよび6km/hといった最高の速度が規定

特定/特例小型⇔自転車：約5km/hの差
 電動車椅子⇔高齢歩行者：3km/hの差

限られた道路空間のなかでのこの速度差は
 追越し挙動を誘発

自転車の速度

通行空間	性年	平均	(A)%	標準偏差	パーセンタイル値		サンプル	観測
					15%	85%		
車道	一般男	15.0	(100)	5.2	10.1	20.8	69	小松島市 県道
	一般女	14.7	(98)	3.5	11.3	17.7	106	
	高校生男	16.1	(108)	4.3	11.8	20.0	192	
	高校生女	15.5	(104)	2.9	12.4	18.5	333	
歩道	一般男	12.8	(86)	3.0	10.1	15.1	50	
	一般女	12.7	(85)	3.4	8.9	16.0	96	
	高校生男	14.6	(98)	3.0	11.6	17.6	74	
歩道	高校生女	14.9	(100)	2.3	12.2	17.3	73	
	成人	14.6	(100)	3.1	11.5	17.7	2417	高松市 歩道
幼児・高齢者	11.4	(76)	2.4	9.0	13.8	722		

単位: km/h A: 各地点の車道一般男子, 成人に対する比率

交通工学研究会：「交通工学ハンドブック」, 2007

諸田恵士, 大脇鉄也, 奥谷正：自転車と歩行者の混在状態下における通行快適性に関する調査, 土木計画学研究発表会・講演集, 37, 2008.

歩行者の速度

年齢	男性				女性			
	サンプル数	歩行速度 (m/min)	歩幅 (cm)	歩行率 (歩数/min)	サンプル数	歩行速度 (m/min)	歩幅 (cm)	歩行率 (歩数/min)
0-4	26	59.0(7.3)	41.7(6.2)	146.8(26.9)	30	54.2(9.2)	46.6(3.2)	130.2(19.7)
5-9	32	59.2(8.1)	49.3(7.8)	122.1(16.8)	26	64.9(9.7)	49.6(6.0)	132.5(16.0)
10-14	26	66.5(12.1)	57.3(12.1)	109.5(19.7)	34	79.1(9.8)	63.0(3.0)	125.0(14.7)
15-19	39	91.6(13.3)	75.2(7.5)	124.5(11.6)	58	72.0(8.1)	66.1(7.0)	110.2(12.0)
20-24	82	87.6(9.9)	75.0(7.7)	116.8(11.9)	144	74.1(12.7)	64.5(5.8)	114.9(10.0)
25-29	92	85.2(10.4)	74.8(7.1)	114.7(10.5)	95	74.2(9.4)	61.3(3.9)	120.1(10.0)
30-34	58	95.5(13.6)	74.4(7.6)	128.6(12.4)	66	72.2(9.3)	59.1(5.7)	122.2(12.7)
35-39	42	85.3(13.5)	71.6(6.9)	118.2(11.3)	40	67.2(8.6)	59.8(5.8)	111.0(13.0)
40-44	42	82.3(9.1)	71.3(10.6)	116.6(8.0)	41	71.0(9.1)	60.1(1.7)	118.1(10.2)
45-49	51	82.5(12.2)	71.5(10.0)	116.2(13.4)	72	78.6(15.1)	58.8(6.2)	133.6(13.6)
50-54	63	77.8(10.5)	69.0(7.1)	118.5(12.4)	49	67.2(10.5)	58.1(6.8)	116.5(13.5)
55-59	82	72.6(8.8)	65.9(7.7)	109.6(11.5)	42	63.5(6.4)	56.3(7.0)	114.2(16.3)
60-64	54	70.1(9.7)	64.4(8.2)	109.9(13.7)	44	59.2(8.1)	53.8(5.5)	110.0(13.4)
65-69	57	63.8(7.7)	61.3(6.4)	101.7(11.0)	48	59.8(8.3)	53.8(7.7)	119.2(12.6)
70-74	32	60.7(7.8)	58.0(5.9)	105.8(10.4)	32	55.0(6.7)	49.7(7.0)	112.2(12.8)
75-79	12	54.5(6.0)	54.0(6.2)	108.1(10.5)	18	50.7(5.0)	46.8(7.0)	109.2(15.2)

懸念点：質量の問題

- Safe System Approach (SSA) : **人はミスをするという前提**、すなわちすべての事故を防ぐことは不可能であるということベースに、**死亡・重傷事故を防ぐ交通システムを構築**しようとする概念
 - 事故被害との関連性からシステムの「**運動エネルギー**」をマネジメントするという方針
- 運動エネルギー : 速度と質量の関数 ($K=1/2mv^2$)
 - 移動体の**速度とともに質量をコントロール**することが、事故被害の軽減の観点から重要

THE SAFE SYSTEM APPROACH VS. TRADITIONAL ROAD SAFETY

Traditional

- Prevent crashes
事故を防ぐ
- Improve human behavior
人の行動を改善する
- Control speeding
速度違反をコントロールする
- Individuals are responsible
個人は責任がある
- React based on crash history
事故記録に基づき対策をする

Safe System

- Prevent deaths and serious injuries
死亡事故と重傷事故を防ぐ
- Design for human mistakes/limitations
人のミスや限界を前提に設計する
- Reduce system kinetic energy
システムの運動エネルギーを管理する
- Share responsibility
責任はみんなでシェアする
- Proactively identify and address risks
リスクを積極的に特定し、対応する

SSAと既存の考え方の比較

懸念点：質量の問題

OpMはバッテリー積載が前提
→既存の交通に比べて高重量になりやすい

電動キックボード：25kg（Luup社の場合）
電動車いす：26.7～67kg（WHILL社の場合）
※ハンドル型の場合、100kgにも及ぶ

○これらの質量の大きさは、間違いなく衝突時の運動エネルギーを上昇
→死亡事故や重傷事故の危険性を高める



Luup：LUUPのロゴを刷新し、視認性を向上させた新電動キックボードを発表～ガイドブック公開など、電動キックボードの安全な社会実装に向けたコンテンツを連続展開～
<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000111.000043250.html>（2023.2.21最終閲覧）

Model C2
これからのプレミアムカー



WHILLのテクノロジーを詰め込んだ
プレミアムモデル。
走破性を求める方に最適です。

Model F
折りたためるモビリティ



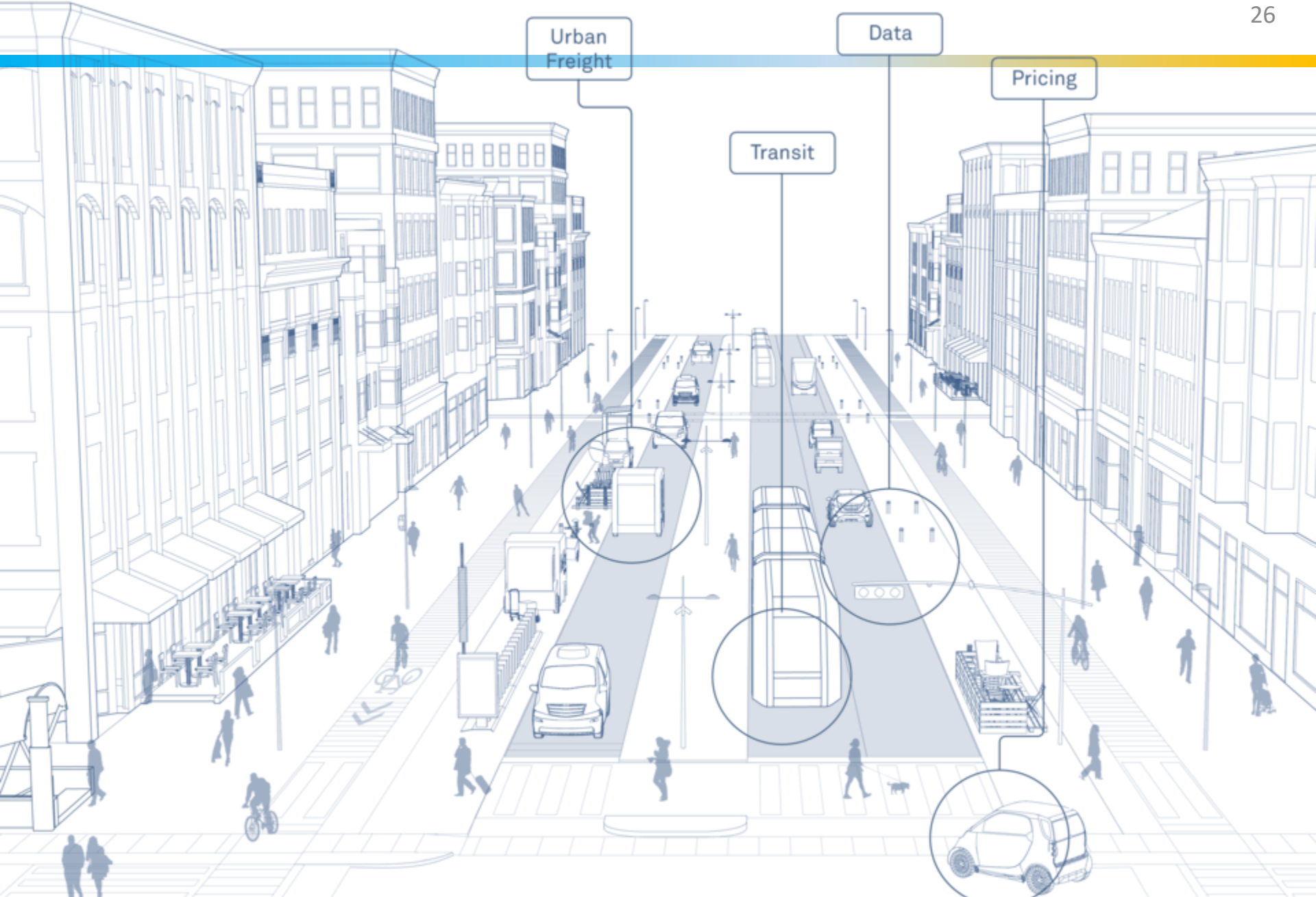
折りたためる軽量モデル。
収納場所の狭いやタクシー、新幹線等への
積み込みが多い方におすすめです。

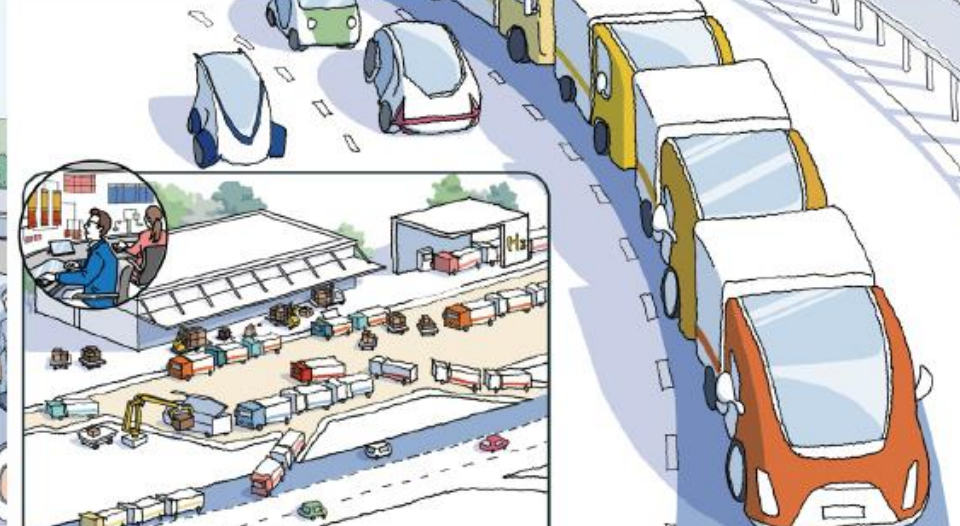
Model S
歩道を走れるスクーター



スクータータイプのモデル。
長距離はWHILLで、短い距離は徒歩で
移動される方におすすめです。

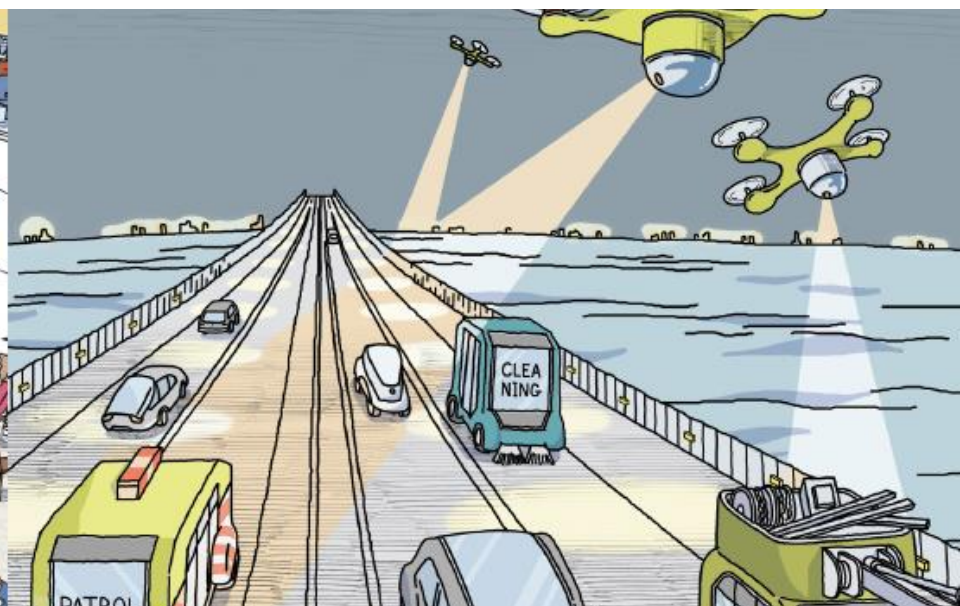
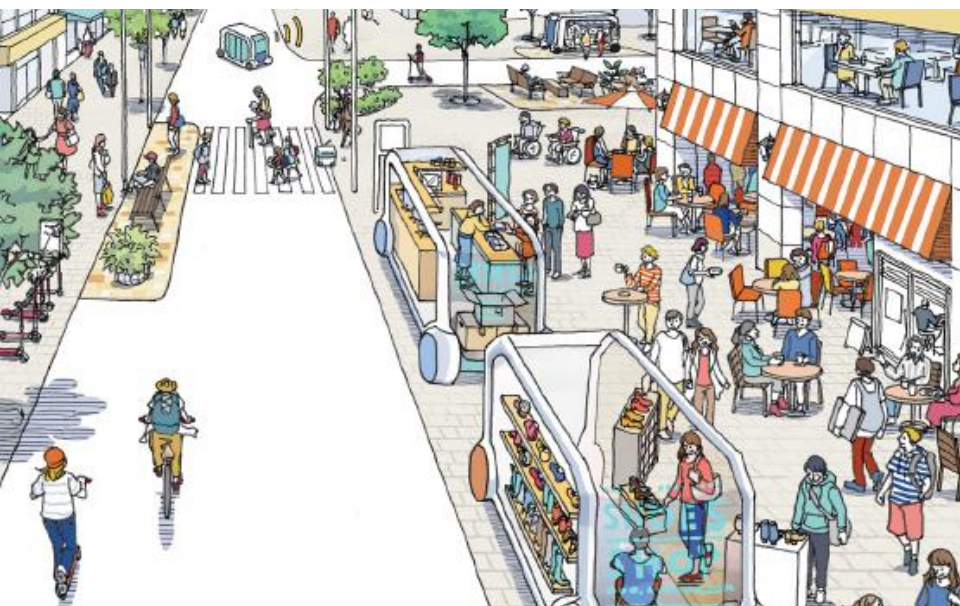
Blueprint for Autonomous Urbanism





2040年、道路の景色が変わる

～人々の幸せにつながる道路～



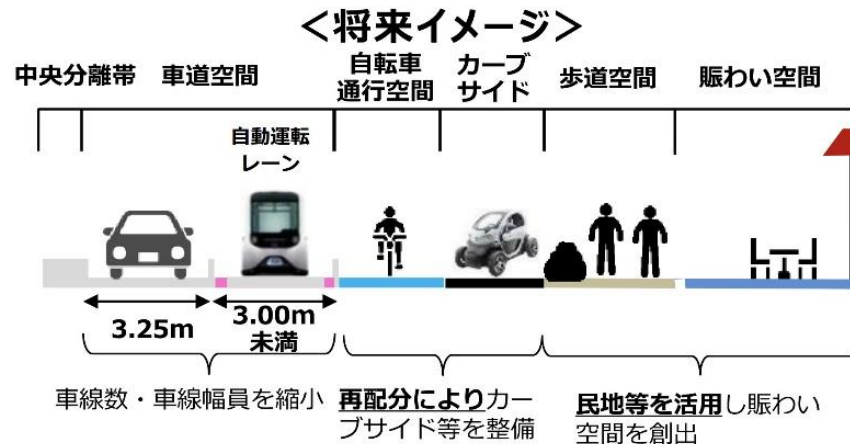
通行路線の分類

トヨタ自動車（Woven City（ウーブン・シティ））

- 「自動運転専用道路」の設置を計画。早ければ2024年に第1期オープン
- 自動運転モビリティ用の道路と歩行者用の道路、歩行者とスピードが遅いパーソナルモビリティが共存する道路の3種類の道路で街区が形成。地下に物流ネットワーク用途に特化した第4の経路が設置

東京都

- 自動運転：正確なレーンキープ機能→高密度走行が可能



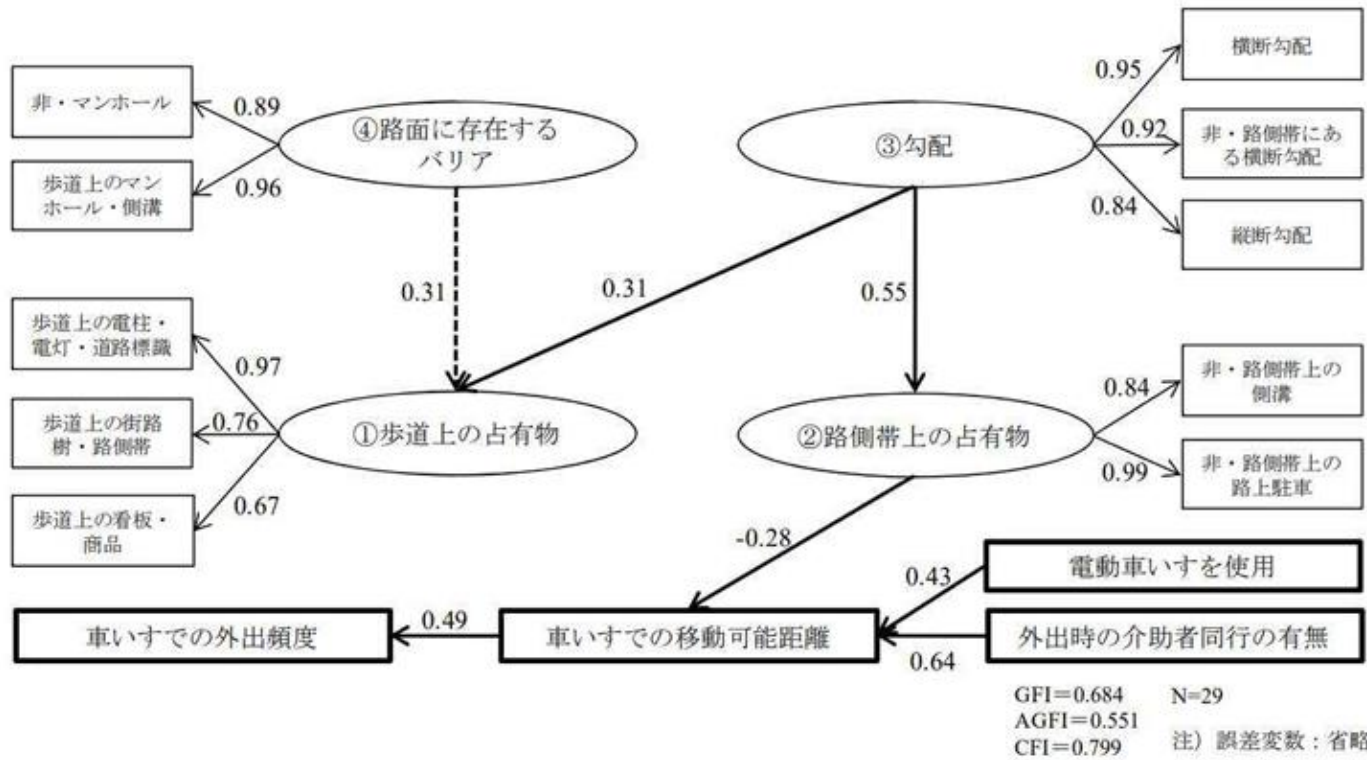
出典：東京都

NEXCO東日本

- 自動運転車や物流車両の隊列走行のため片側多車線の道路において1車線を専用レーンとして区分

通行空間のバリア

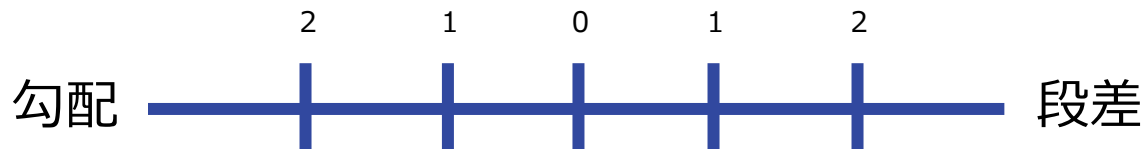
○電動車いすは移動可能範囲を拡大させ、外出頻度を増加させるが、歩道の勾配や路側帯上の占有物といった「通行空間のバリア」は直接・間接的にそれらを縮小させる



資料:橋本 成仁, 谷口 守, 飛川 明俊, 歩道・非歩道における車いすの走行環境に関するバリア評価構造分析, 土木計画学研究・論文集, 2010

シニアカー利用者のバリア

- ・勾配、段差、道路敷設物、幅員の4種
- ・シニアカーの継続利用者7名（実証実験利用者）
- ・全ての要因の対比較による、快適な通行を阻害する影響度合いを調査



	影響度
勾配	-17
段差	-13
道路敷設物	13
幅員	17

- ・ 最も影響度が高い要因は「勾配」
※特にマウントアップ歩道のすみ切り
- ・ 継続利用により影響度合いの減少も確認

身近な交通手段の近未来

◆空 < 陸・・・自動運転

- ◆特定路線や特定地域を中心にレベル4の自動運転が普及
 - ◆シニアカー、電動キックボード、自動宅配ロボなど、マイクロモビリティ（小さな交通手段）が拡大
-
- ➔道路空間の再配置（自動運転、低速・小型車用など）
 - ➔自動運転を支える舗装
 - ➔バリアフリー化（BF基準適用路線の拡大）

END

ご清聴ありがとうございました