



環境的に持続可能な交通

Environmentally Sustainable Transport

IMaSS

Institute of Materials and Systems for Sustainability

未来材料・システム研究所

自動運転車のかしこい使い方

名古屋大学

山本俊行

2018年10月25日

概要

- 環境的に持続可能な交通: EST
- 電気自動車シェアリング
- 完全自動運転車シェアリング

「は「先進」のスピリットを追求する。

2030年、完全自動運転車によるカーシェアリングが実現すれば、名古屋市名東区に約7万台ある自動車は350台で済む――。デンソーは今年6月、こんな予測を社

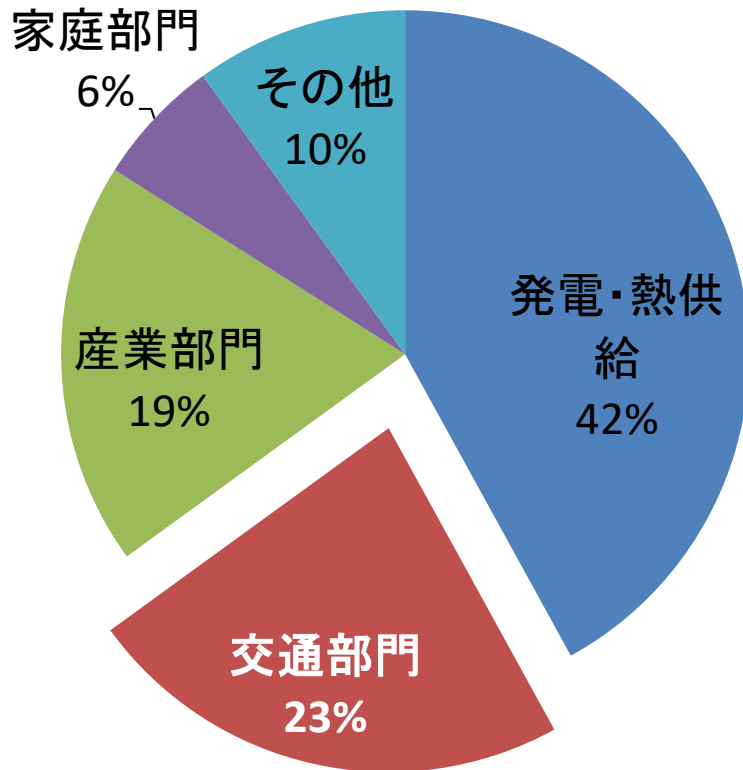
同で実施。配車を依頼すると自動で車が迎えに来て目的地に運んでくれる「自動運転シェアカー」を想定した。

売上高の9割を自動車部品が占めるデンソーにとって、車の需要が20

[illegible]

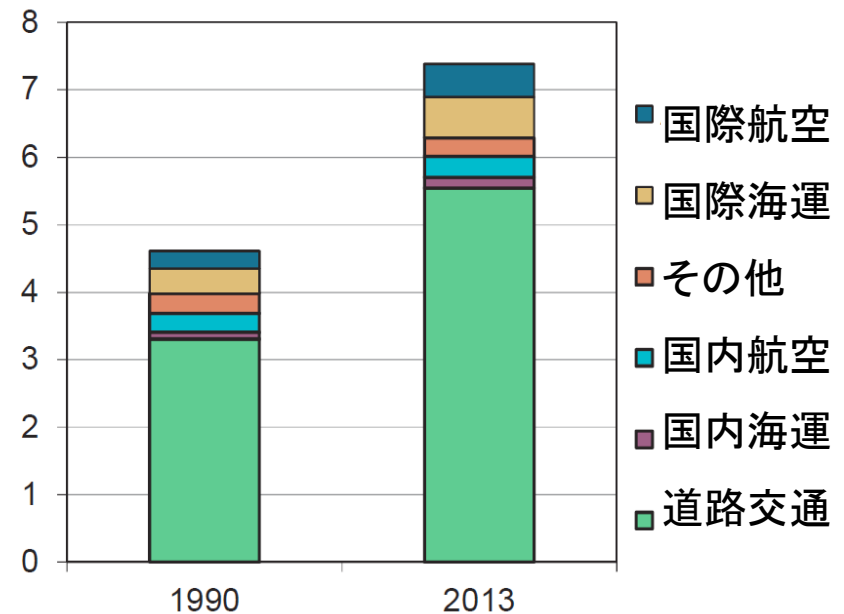
世界の部門別二酸化炭素排出量

2013



交通部門の 二酸化炭素排出量

GtCO₂



Source: CO2 Emissions from Fuel Combustion, IEA, 2015

交通の持続可能性

経済面：安全で便利で快適な交通サービスが効率的かつ安定的に提供されること

社会面：公平性の視点から社会参加に必要な一定水準の交通サービスが全ての人々に、特に貧しい人、高齢者・障害者・子供たちにも確保されていること

環境面：再生可能なレベル以下でしか再生可能な資源を使用せず、再生可能な代替物の開発レベル以下でしか再生不可能な資源を使用しないことにより、人々の健康と生態系を危険にさらさずにアクセスに関するニーズを満たすこと

環境的に持続可能な交通 (EST)

ESTで対象とする施策の分類と施策例

戦略 ／ 手段	交通需要 の削減	自動車利 用の削減	代替交通 手段改善	道路網の 改善	車両改善
技術	公共交通指向 型開発	コミュニティ道 路	公共交通 インフラ 新しい公共 輸送車両	新規道路 新規駐車設 備	低公害車 代替燃料
規制	土地利用規制 郊外化規制	アクセス許可 駐車制限	バス優先信 号	交通管理 都市交通規 制	排気規制 車検
情報	テレワーキン グ	意識キャン ペーン	バスロケシ テム	カーナビ 交通情報提 供	エコ意識
経済	土地税	混雑税 ガソリン税	運賃政策	混雑税 駐車料金	ガソリン税 グリーン税

施策の最適な組み合わせ

- EST1: 技術革新
 - 交通行動を変更することなく利用する自動車単体技術, 道路インフラ技術等による環境負荷削減
- EST2: 行動変更
 - 交通手段の変更, 自動車利用の効率化, 自動車経路の効率化等
- EST3: EST1とEST2の組み合わせ
 - 最適な組み合わせによる相乗効果

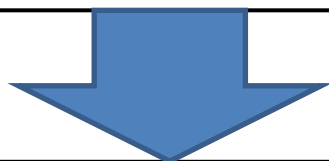
カーシェアリング

- 自動車を複数の会員で共同利用する
会員制のシステム
- ICカード等による無人受渡により、短時間利用が可能（レンタカーとの差異化）
- 利用量に応じた費用負担により、理性的な自動車利用、交通手段選択を促進（自家用車との相違）

カーシェアリングの効果

利用者の行動変化

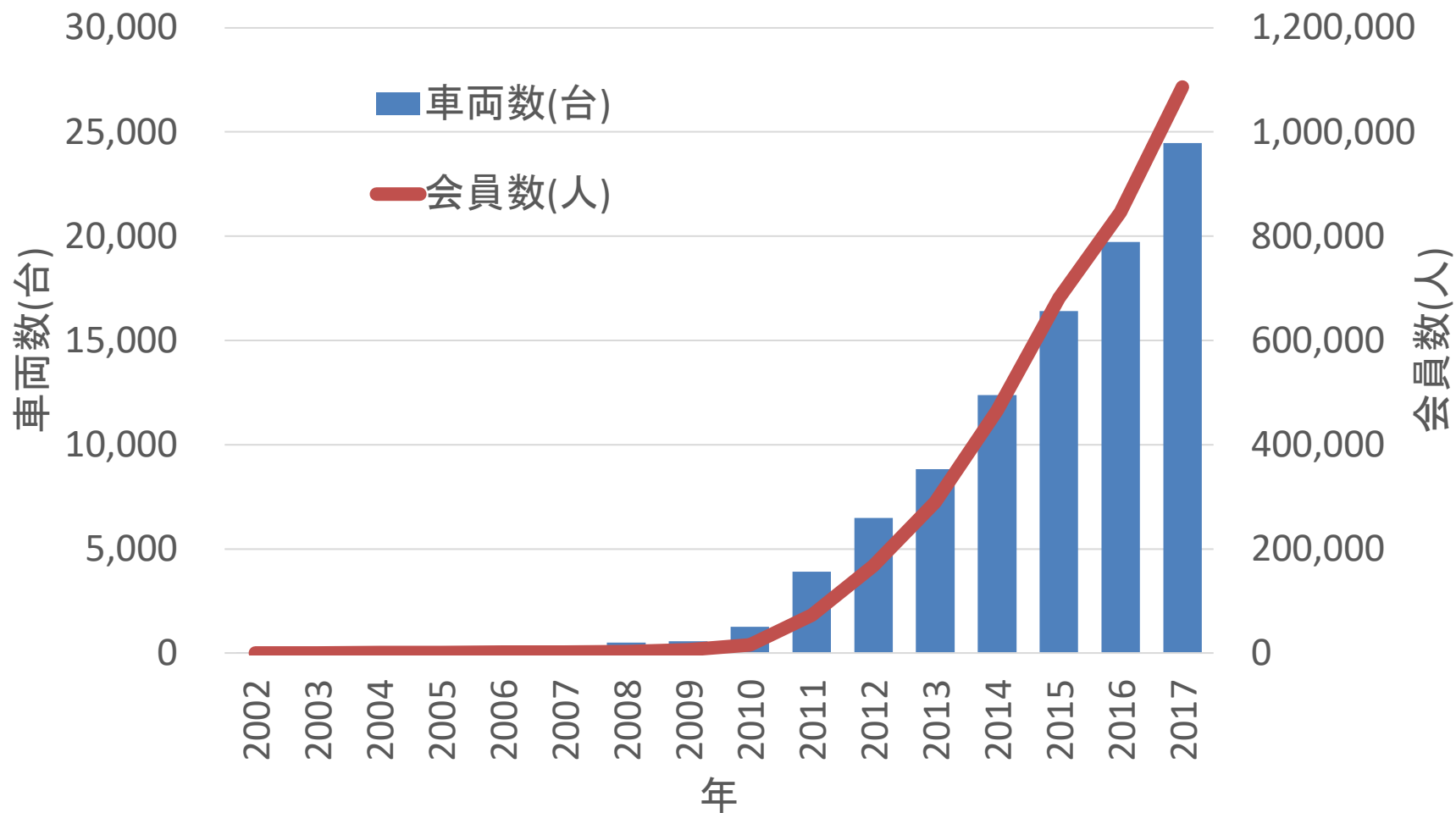
- 自動車保有台数の減少
- 自動車利用頻度・距離の減少
- 利用車種の変更



環境負荷削減効果

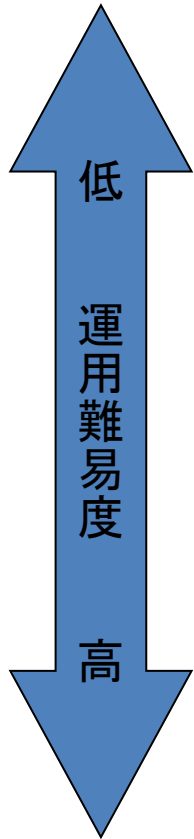
- 車両数の減少
- 渋滞緩和, 駐車場削減
- 排出原単位の減少

日本のカーシェアリングの規模の推移



出典：交通エコロジー・モビリティ財団

カーシェアリングの分類



- シングルデポ
 - 車両は借り出した駐車場に返却（ラウンドトリップ）
- マルチデポ
 - 借り出した以外の駐車場にも返却可能（片道利用，ワンウェイ）
 - より柔軟・効率的な利用が可能

欧州での新たなモデル

- ・フランス・パリ市:**autolib'**
- ・オランダ・アムステルダム市:**car2go**

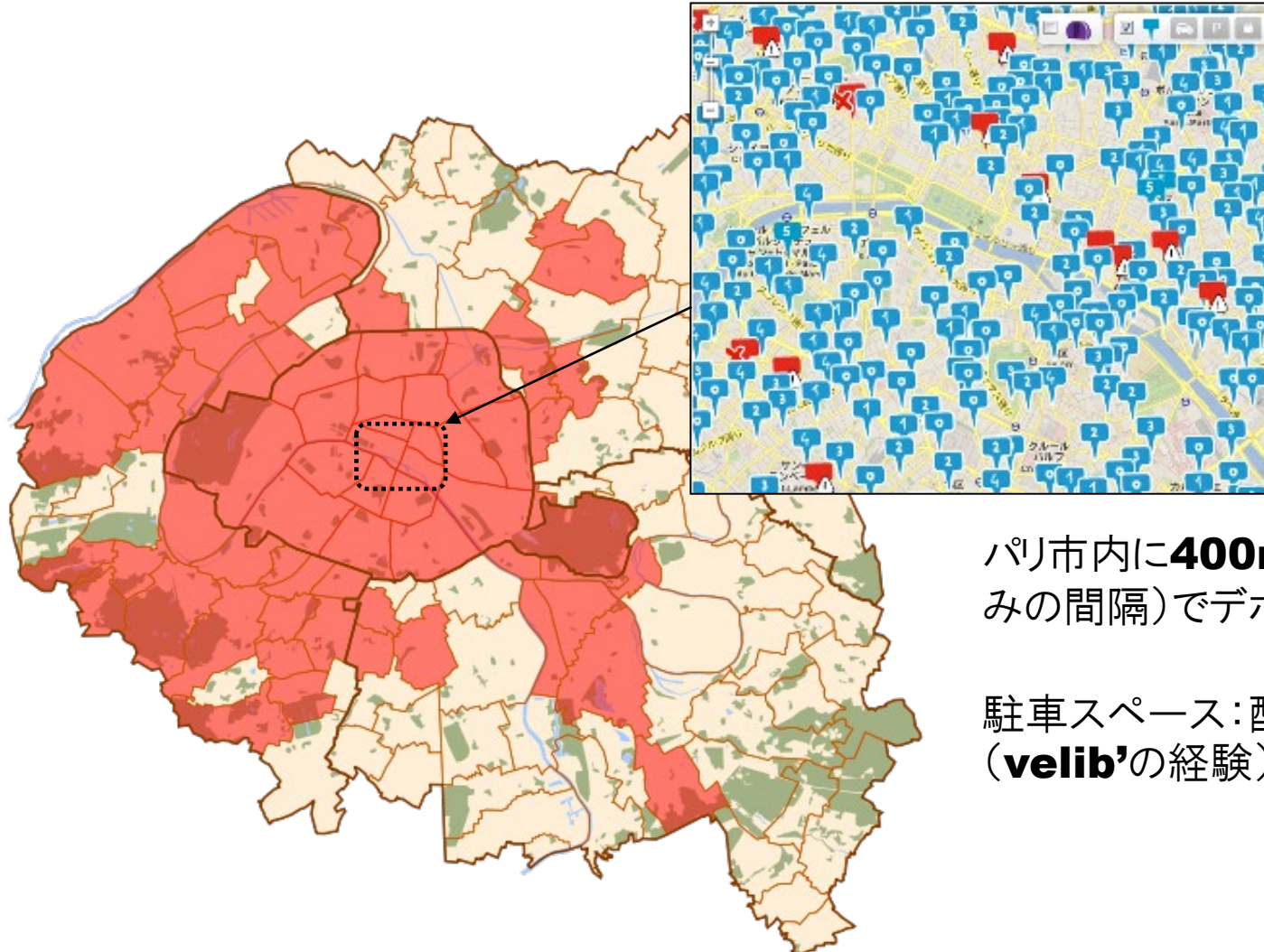
■システムの特徴

- ①電気自動車の活用
- ②「道路空間」を活用した「片道利用型」
- ③**ICT**を有効活用したサービス
- ④官民連携のパートナーシップ

autolib'とデポ・kiosk



autolib'のサービスエリア



パリ市内に**400m**ピッチ(地下鉄なみの間隔)でデポを設置

駐車スペース: 配置台数 = 2:1
(**velib'**の経験)

パリ市と周辺自治体のautolib'サービスエリア

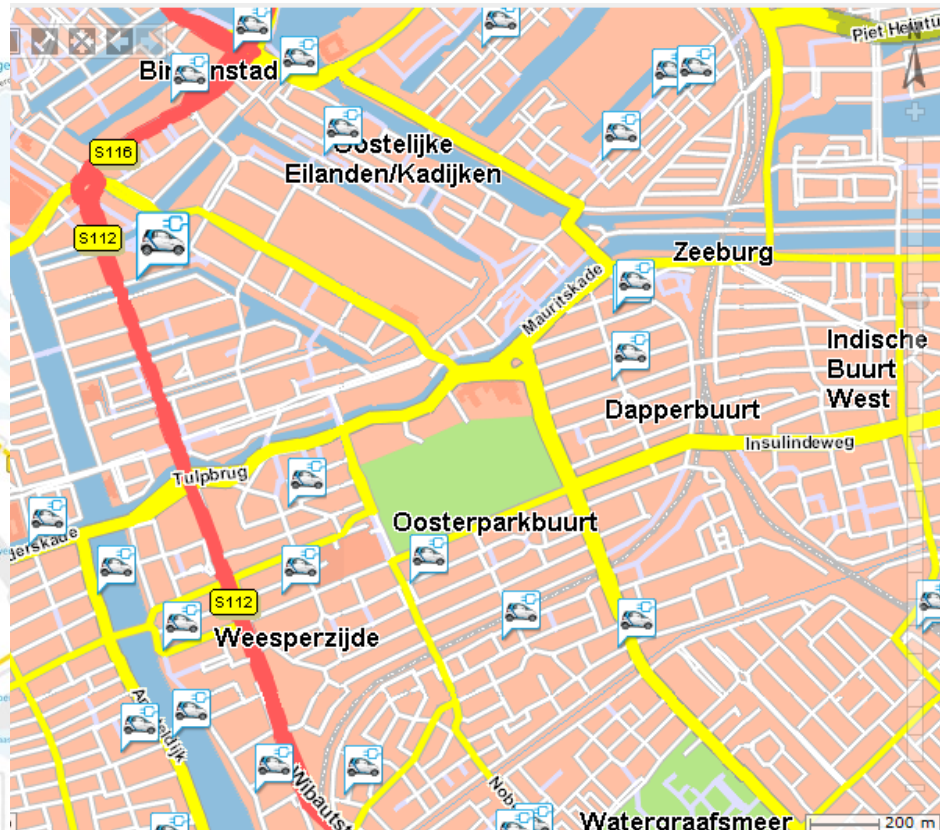
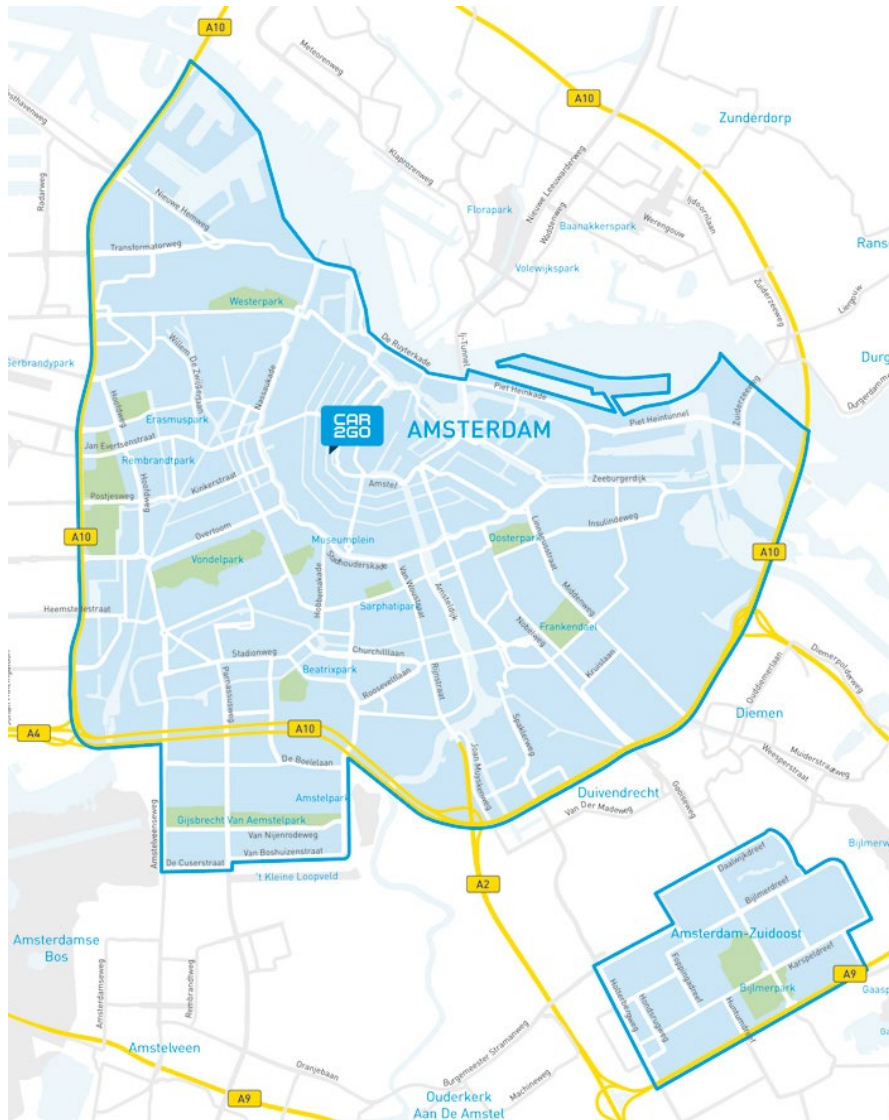
car2go



car2goのサービスエリア

・フリーフローティング
(マルチデポの発展形)

車の所在位置は、リアルタイムでWEB/iphone・apps等で確認可能

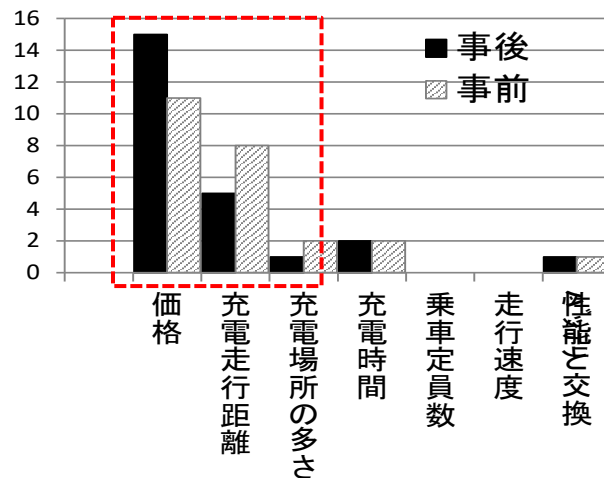
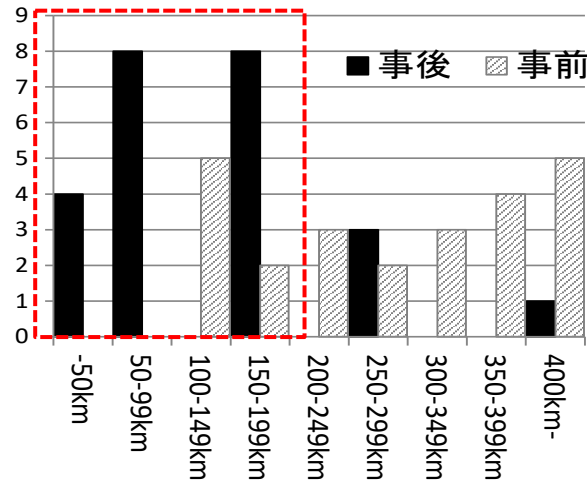


autolib'利用による意識変化

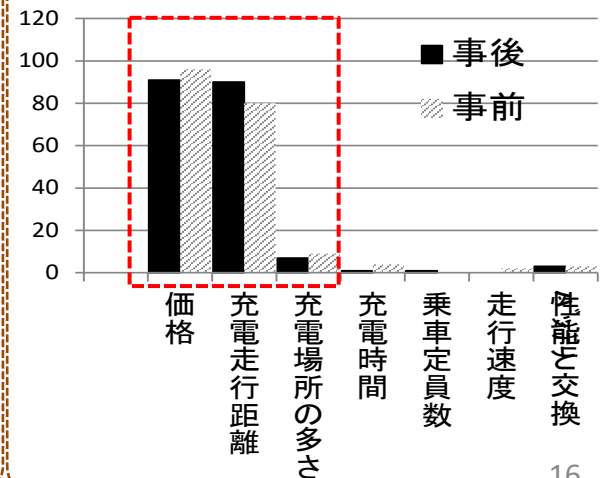
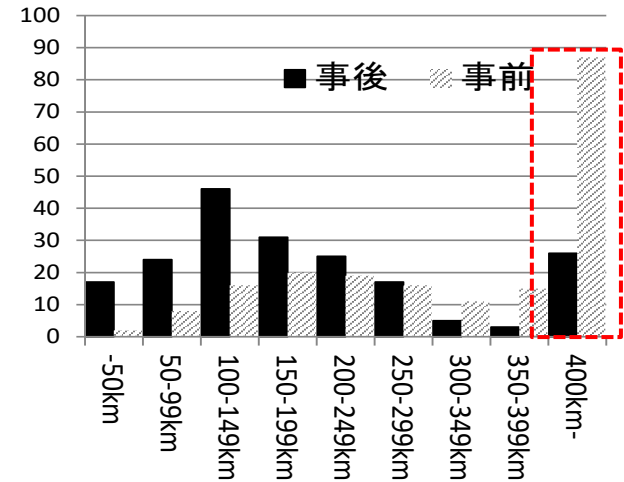
EVに求める航続距離
が短くなる
概ね20-30kmがパ
リ市の実態

EV普及要件の認識も
変化
航続距離や充電場所
の重要度が低下

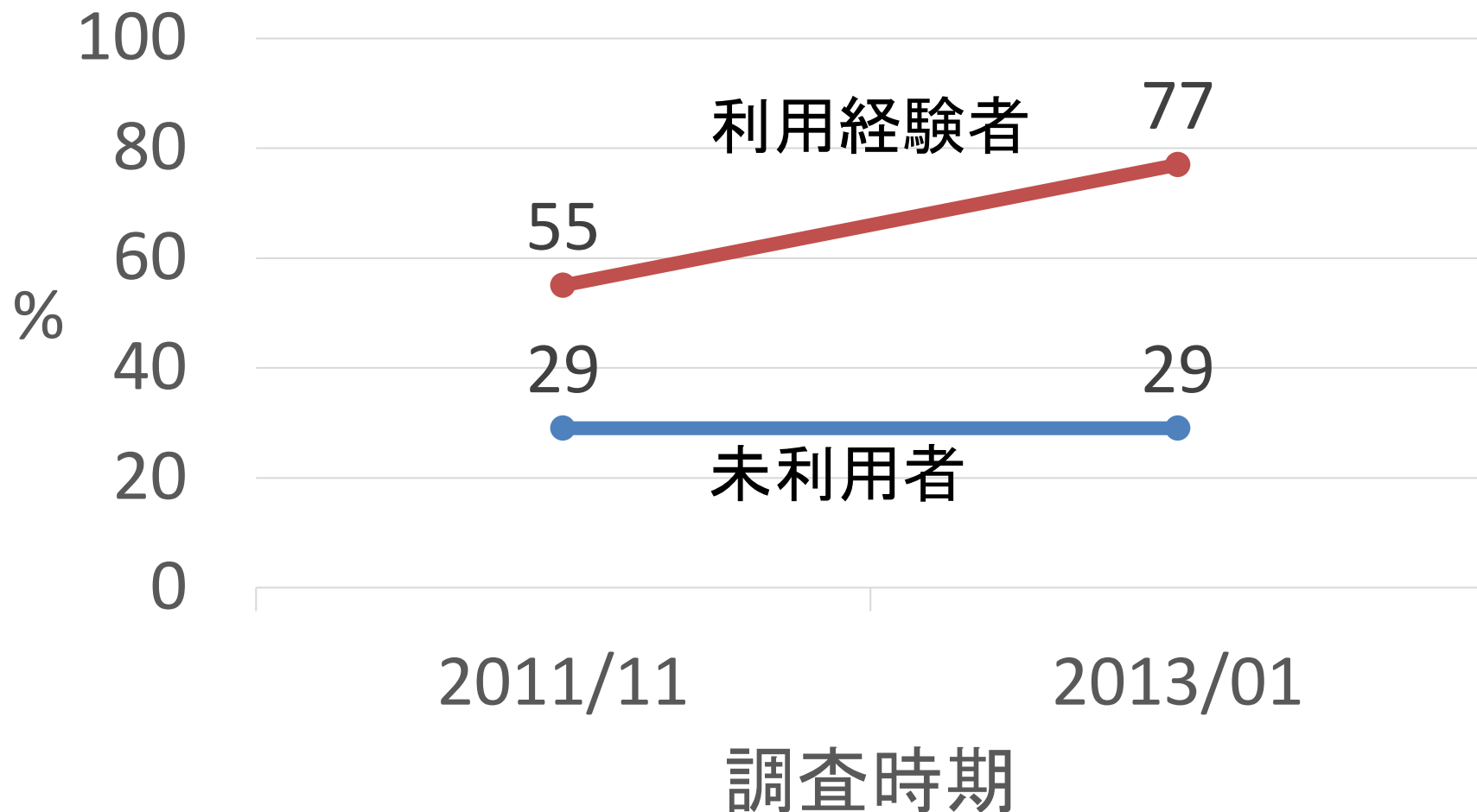
autolib'利用経験者



未利用者



電気自動車購入意向の変化



我が国での事例

チョイモビ

- 2013年～2015年9月
- 横浜市沿岸部
- 超小型電気自動車70台
- 58ステーション
- 片道利用可
- 駐車スペース110台分
- 充電設備は1か所のみ
 - 充電インフラ費用の削減
 - 車庫法への対応



採算性よりも、
超小型電動自動車の普及
将来のエントリーカー？

車庫法

自動車の保有者は、道路上の場所以外の場所において、当該自動車の保管場所（自動車の使用の本拠の位置との間の距離その他の事項について政令で定める要件を備えるものに限る。第十一条第一項を除き、以下同じ。）を確保しなければならない。

- － 道路上の場所以外：路上駐車を含むフリーフローティングは不可
- － 自動車の使用の本拠の位置との間の距離：2km以下

国家戦略特区の適用

シェアリング・エコノミー：
情報サービスを介した
個人によるサービス提供

日本での現状

- Uber: タクシーの配車のみ
- Anyca: 個人間で共同使用契約を結ぶ
- CaFoRe: 独占交渉権の費用



サービス拡大の可能性

「自家用車タクシー」解禁

政府は一般の運転手がお金をもらって乗客を運ぶ自家用車の「ライドシェア（相乗り）」について、地域限定で規制を緩める国家戦略特区で解禁する方針を固めた。現在は原則禁止だが、公共交通が少ないなど一定の条件を満たした地域に認められる。高齢者の買い物や通院、外国人観光客の足として役立てる考えだ。

20日に開く国家戦略特区諮問会議（議長・安倍晋三首相）で方針を決定する。ライドシェアはスマートフォン（スマホ）などで配車を依頼し、一般の運転手に目的地まで運んでもらう仕組み。乗客は運転手に謝礼金の形で運賃を支払う。海外では米ワシントン州やロンドンなどが事業展開。タクシーに代わる住民の足として活用が広がっているが、日本では行政に登録していない自家用車を使った運送は「白タク」と見なされ、認められていない。ただ人口減少で路線バスが廃止になる公共交通の空白が年々増え、高齢者や交通弱者の足を確保できない地域が急速に広がっている。「住民が病院に行く移動手段がな

特区で、交通網弱い地域中心

高齢者・訪日客の足に



域のバス・タクシー会社などが入る運営協議会が認めた場合に限り可能にする公共交通空白地有償運送制度がある。ただこれまで認められていた約500事業は自治体が過疎地などで小規模に運営する例が大半。既存自家用車の出先機関や地り、民間団体の参入は国土交通省の反対もある。国で95にとどまる。ライドシェアはこの制度を大幅に拡充する形で設計する方向だ。事業を認める権限を地方創生相が主導する国家戦略特区の区域会議に移す案が有力。交通空白地以外に運営地域を拡大したり、タクシーの半額を目安とする料金も一定の範囲内で柔軟に設定したりできるようにする。国が責任を持つ形で門戸を広げる。特定非営利活動法人（NPO）や医療法人、商工会などに限定している運営主体も見直す。市町村が事業委託するなど条件付きで株式会社は解禁する案がある。特区のうち、これまでに秋田県仙北市や兵庫県養父市などが意欲を示している。政府は地方でライドシェアが普及すれば交通弱者対策に加え、都市部に集中しがちな訪日外国人を地方に誘致しやすくなるとみている。ライドシェアが先行する海外では、運転技術が未熟な運転手が交通事故を起こすなどのトラブルが報告されており、運転手への講習など安全確保策が課題になる。米ワシントン州は今年2月に福岡市でライドシェアの実験を始めたが、国交省が「白タク」を禁じた道路運送法に違反する可能性があると中止を指導した。今回の見直しは特区でも大都市でのライドシェアは想定外だが、認めるよう求める声がある。

自動運転の定義



レベル0: 運転者が全ての操作を行う

レベル1: 加速・操舵・制動のいずれかをシステムが行う

レベル2: 加速・操舵・制動のうち複数の操作をシステムが行う

レベル3: 加速・操舵・制動を全てシステムが行い、非常時に運転者が対応する

レベル4: 完全自動運転(限定された地域・条件)

レベル5: 完全自動運転(全ての地域・条件)

自動運転車の可能性

自動運転車がもたらしうる効果

- 交通事故の削減
- 高齢者・障害者・子どもへの移動手段提供
- 交通容量の増大
- 環境負荷削減
- 運転からの解放
- :
- 保有からオンデマンド利用への転換

自動運転車シェアリングの普及分析

(名古屋市名東区を対象とした分析)

- 自動運転車シェアリングは利用されるか？
- 自動運転車シェアリングは何台必要か？
- 自家用車に対する意識は変化するか？

①普及可能性

【手段】
交通手段選択モデル

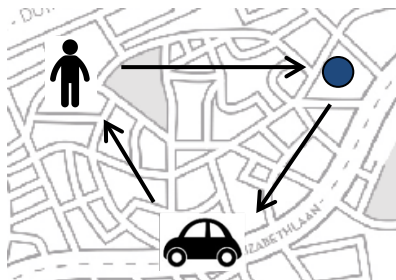
【目標】
費用/時間に対する自動運転
シェアカーの**利用者数**の把握



②交通社会の様子

【手段】
Multi-Agent Simulation

【目標】
利用者を移動させるための
台数把握、**採算性**の評価



③人々の受け入れ方

【手段】
Webアンケート

【目標】
自動運転シェアカー利用の
意識調査、**利用形態**の検討



自動運転車シェアリングの利用

• 日々の交通手段選択行動から利用者数予測

交通選択関数を推定

- 交通手段選択モデルの構築
- 交通手段の選択肢



変数名	推定結果	t値
鉄道 定数項	0.466	2.50
バス 定数項	-0.258	-1.01
タクシー 定数項	0.170	0.45
自家用車 定数項	0.533	5.93
自転車 定数項	-0.255	-2.95
所要時間	-0.064	-16.85
費用	-0.003	-4.86
待ち時間	-0.236	-11.56
女性ダミー	-0.089	-1.05
年少者ダミー	-1.086	-12.88
老年者ダミー	-0.472	-1.85
主婦無職ダミー	0.331	3.99
補正済み尤度比		0.397
サンプル数		4488

自動運転カーシェアリングの利用者数予測

- 以下の設定で新しい選択肢として追加
自家用車の定数項・所要時間、待ち時間1分と固定し、
費用に対する利用者数の感度分析を実施

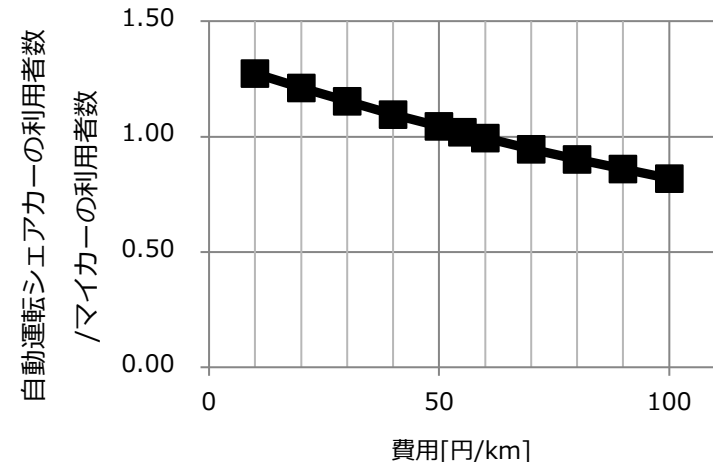


図.利用者数の感度分析結果（待ち時間を1分に固定）

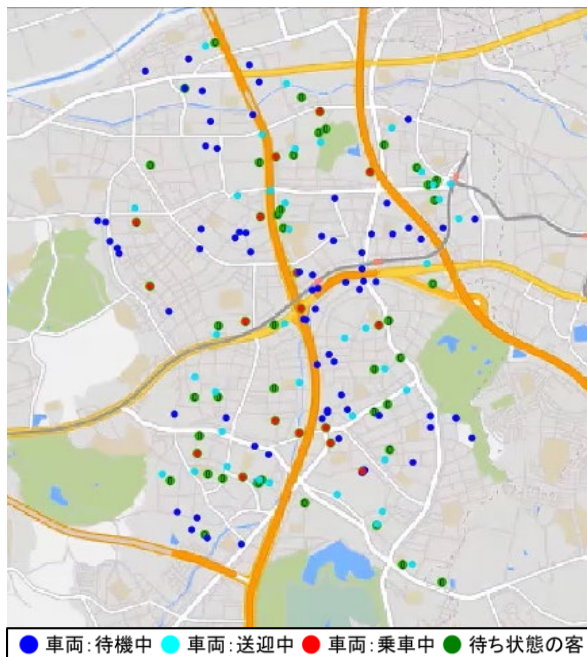
55[円/km]で64[円/km]の自家用車の利用者数と同等
自家用車 38141人 < **自動運転シェアカー 38857人**

自動運転車シェアリングの台数

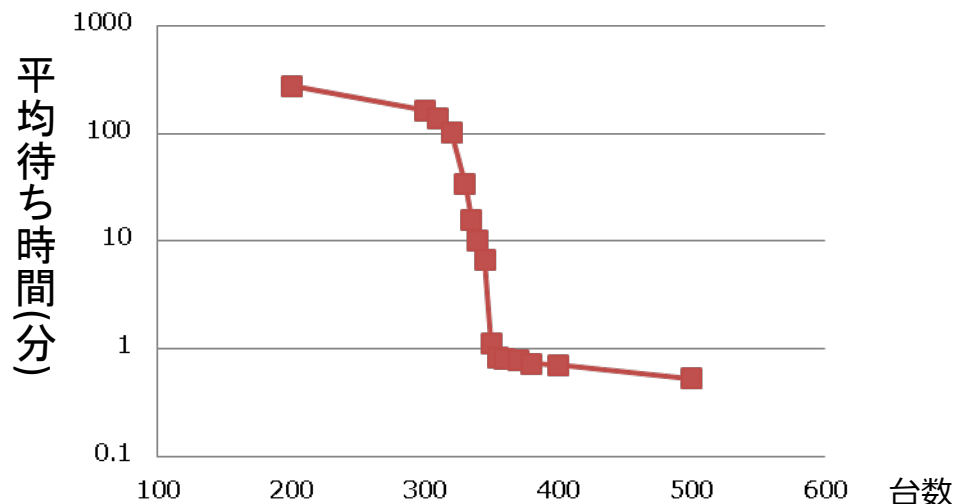
• 交通シミュレーションによる予測

設定

- 自動運転シェアカー利用者38857人を平均待ち時間1分に収める台数を検証
- PTデータのODに基づく移動需要を発生
- 名東区内に車両をランダムに配置

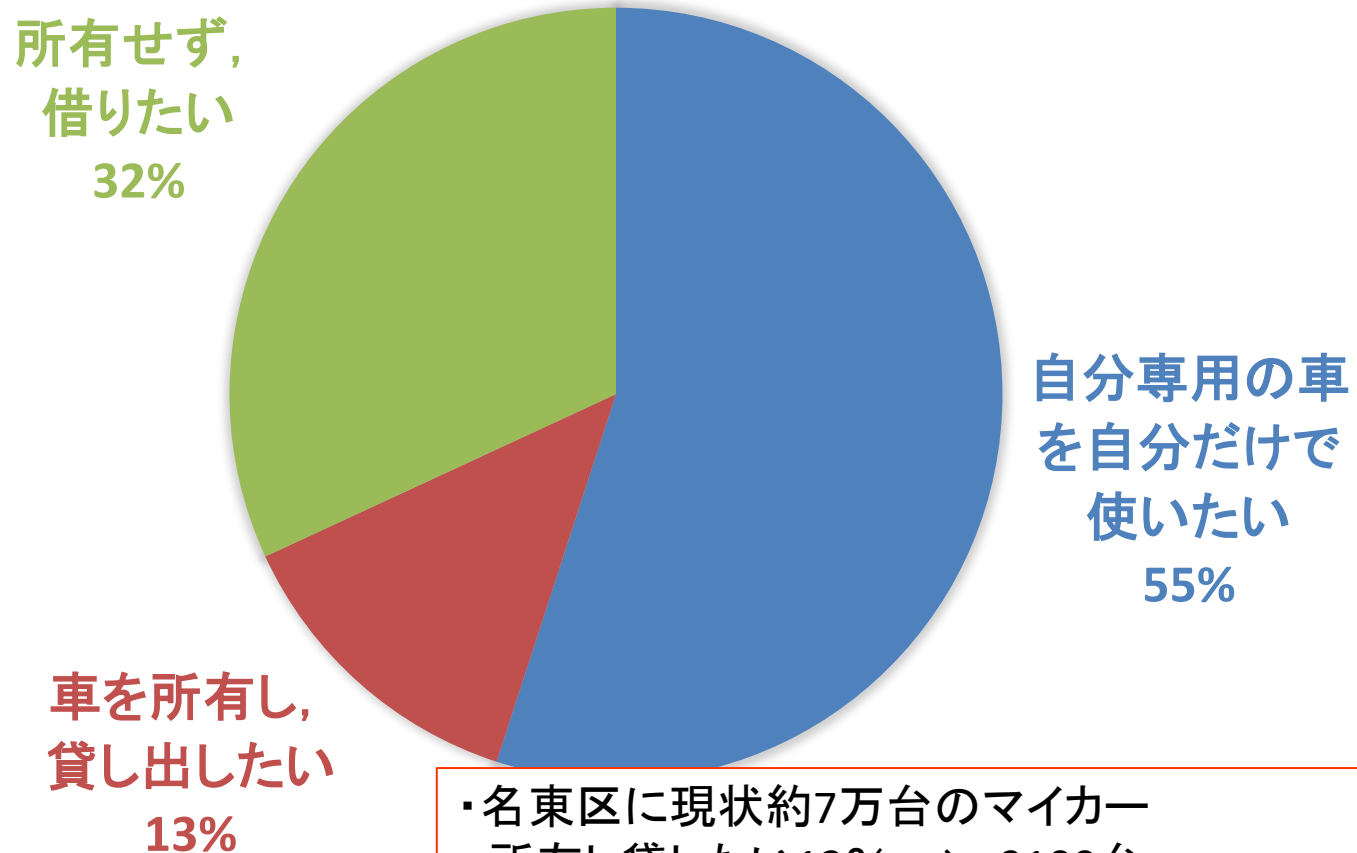


台数に対する平均待ち時間の変化



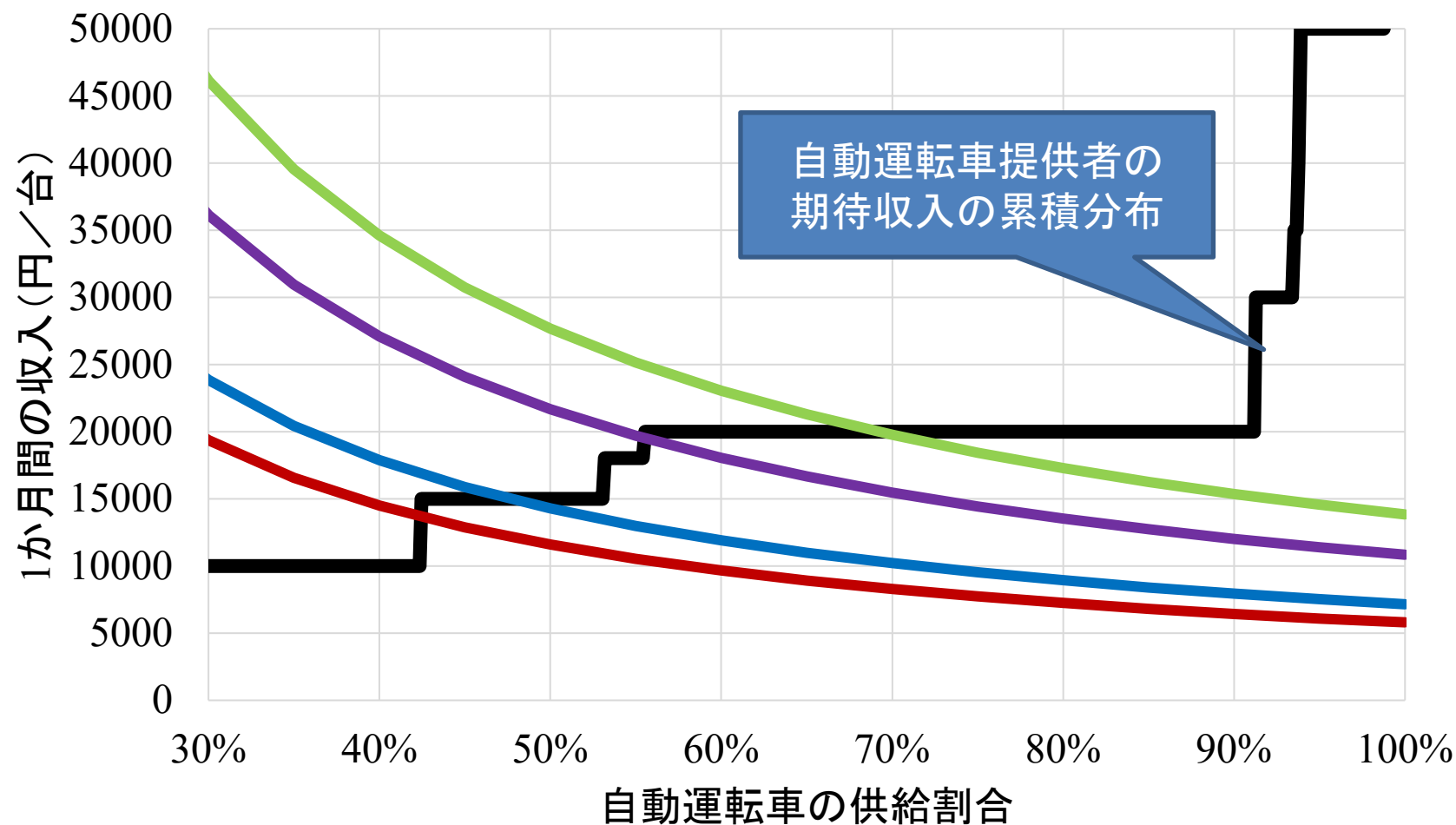
- **350台**あれば、平均待ち時間1分を実現可能
- 自家用車利用者は38141人→1/100の台数で済む
- 自動運転シェアカーの日車営収は10837円
タクシーの3万円と比較すると安い
人件費7割が浮くため、**実現可能性はある**

自動運転車シェアリングが普及した場合の自動車利用方法(N = 803)



・名東区に現状約7万台のマイカー
所有し貸したい13% → 9100台
車両コスト増加で1/10でも区内移動は処理可能
マイカーを含めたシェアリングも実施可能か

自動運転車の需要と供給



- 待ち時間1分で利用者少なめ
- 待ち時間5分で利用者少なめ
- 待ち時間1分で利用者が多め
- 待ち時間5分で利用者が多め

おわりに

- 技術革新と行動変更の組み合わせが重要
- 保有からオンデマンド利用への転換
- 法律改正や行政との連携も重要
- 自動運転車によって広がる可能性