

気候変動に資する都市構造と 自動車新技術を考える

谷口 守, 香月 秀仁, 小嶋 和法, 東 達志

わが国において、地球温暖化に影響を及ぼす CO₂ の排出量は運輸部門が約 2 割を占めており、今後の削減が待たれている。一方で自動運転やシェアリングなどさまざまな自動車新技術による CO₂ 排出量削減への期待も大きい。本稿では気候変動に資する次世代の自動車・交通基盤を整備するうえで、まず都市構造と自動車利用による CO₂ 排出との経年的な対応関係を整理する。次に自動運転やシェアリングなどの新しい技術や仕組みが広く導入された際に、実際の地域空間でどのような変化が生じうるか検証する。さらにこれらの知見を踏まえ、気候変動問題に資するこれからの自動車・交通基盤のあり方について論考を加える。

キーワード：次世代自動車交通基盤, CO₂ 排出量, IPCC, 立地適正化計画, 自動運転車, シェア交通

1. はじめに

地球温暖化に大きな影響を及ぼす CO₂ の大気中濃度は 2015 年に 400 ppm を超え、CO₂ の効果的な排出削減策が実行されなければ、今世紀の終わりまでに危険な水準の温度上昇が生じることが危惧されている。わが国では運輸部門が CO₂ 排出量のおよそ 2 割を占め、現在までに比較的效果的な排出量削減が進んだ産業部門などと比較し、今後の削減が期待される部門となっている。また、海外に目を転じれば、近年中国やインドといった諸国において、高い経済成長率を背景に自動車普及が進んでおり、自動車保有率の対前年伸び率では世界平均が 2.5% であるのに対し、中国では 16.2%、インドでは 8.2% となっている [1]。同時に、自動運転やシェアリングなど新たな技術の展開が今後の自動車・都市交通基盤では期待されており、それらが自動車 CO₂ 排出量削減に有効に機能することが期

待されていることも事実である。

なお、自動車は都市や地域の暮らしの中で利用されるため、その都市や地域での暮らしや都市の形状がどうなっているかにより大きく影響を受ける。気候変動に関する科学的知見を重ねてきた気候変動に関する政府間パネル：IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) においても、現在までのレポート [2] では都市と自動車利用の関係の検討は粗いレベルにとどまっている。統計的に信頼できる水準で都市と交通の関係が解明できているわけではなく、次回レポートでの重点課題になることが指摘されている。また、自動車に関する新しい技術や仕組みの導入に伴う自動車 CO₂ 排出量の変化を検討したシミュレーションもいくつか存在するが [3]、対応する地域での暮らしや都市の形態が理想的な条件に基づく試算がほとんどで、それらの結果をそのまま今後の政策に適用することには限界がある。

以上のような背景のもとで、本稿ではまずわが国の主要都市における都市構造と自動車利用による CO₂ 排出量との対応関係をマクロな都市レベル、およびミクロな住宅地レベルで整理する。わが国では交通調査の一環として諸外国にはないこのような関係性を検討できるデータが経年的に蓄積されてきた経緯があり、一貫した統計的検討が世界の中で唯一可能である。あわせてこれらの分析結果に基づいて制定された、都市計画の側から自動車 CO₂ 排出量を抑制することを一つの目的に含むコンパクトなまちづくりを目指す立地適正化計画について紹介する。次に、自動運転やシェアリングなどの新たな技術や仕組みが広く導入された際、

たにぐち まもる

筑波大学大学院システム情報系

〒 305-0005 茨城県つくば市天王台 1-1-1 3F 棟 1134

mamoru@sk.tsukuba.ac.jp

かつき ひでと

独立行政法人都市再生機構

〒 206-000 東京都多摩市東寺方 626-2 2-507 号室

brother.hide10@gmail.com

こじま かずのり

筑波大学未来社会工学開発研究センター

〒 305-005 茨城県つくば市天王台 1-1-1 IIIS 棟 4F

kojima.kazunori.ga@un.tsukuba.ac.jp

あづま かつし

筑波大学大学院システム情報工学研究科

〒 305-0005 茨城県つくば市天王台 1-1-1 3F 棟 1135

azukatsu1113@gmail.com

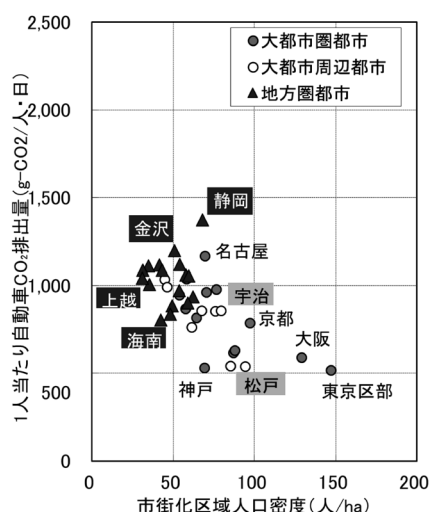


図 1 1987 年における都市構造と自動車 CO₂ 排出量の関係 [4, 5]

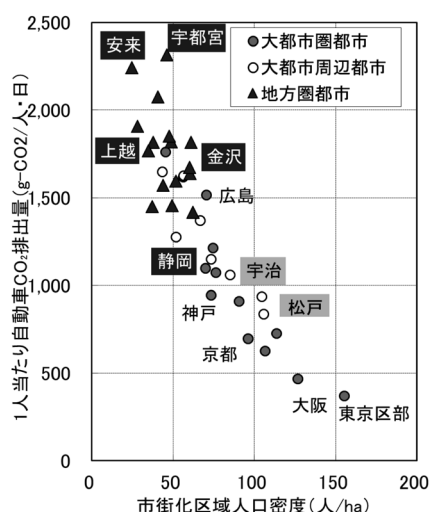


図 2 2015 年における都市構造と自動車 CO₂ 排出量の関係 [4, 5]

実際の地域空間の中でどのような変化が生じる可能性があるかを実際の広域圏における交通行動データを用いて検証を行う。さらにこれらの知見を踏まえながら、気候変動問題に対してこれからの自動車・交通基盤のあり方に対して論考を加える。

2. 都市構造と自動車 CO₂ 排出量の関係

2.1 都市レベルでの検討

近年都市の構造を議論するうえで、最も一般的に用いられる指標は人口密度である。人口減少が進む中で持続可能な都市のあり方を考えた場合、単に自動車 CO₂ 排出量の大小という観点だけではなく、一定以上の人口密度を確保したコンパクトな居住形態が政策として指向されるようになってきている。具体的には、地域の活力、インフラの有効利用、資源の有効活用、居住者の健康の維持といった観点からさまざまな持続可能性指標 (SDGs: Sustainable Development Goals) をより満足することが期待される都市形態が求められている。

各都市に居住する居住者一人当たりの自動車 CO₂ 排出量と、コンパクトな都市構造の代理指標である市街化区域人口密度の関係を経年的に追跡した結果を図 1 と図 2 に示す。これらのデータは経年的に国土交通省が実施している全国都市交通特性調査の結果をもとに独自に算出したもので、下記のようなことが読み取れる [4, 5]。

1. 過去 (1987 年) においても近年 (2015 年) においても、都市の分布は右肩下りの散布状況となっ

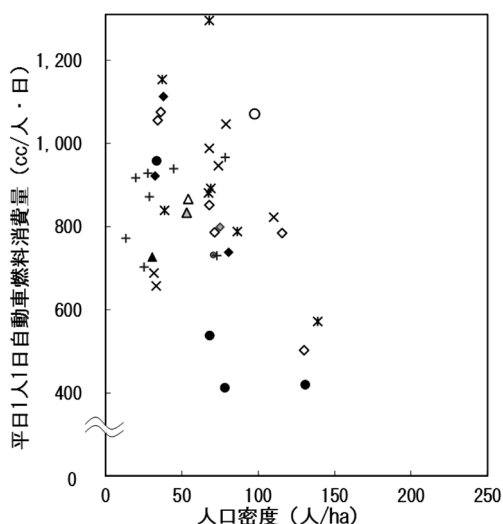
ている。すなわち、コンパクトな都市構造であるほど自動車 CO₂ 排出量は少なくなる。このことは各年次の静的な状況において間違いのない事実であるといえることができる。

2. その一方で、両時点の都市の分布状況は近年のほうが上下にそのばらつきが大きくなっている。これは地方都市において世帯ごとの自動車の複数保有が進んだこと、および大都市部において自動車保有率がやや減少していることにその要因があると考えられる。
3. この両時点間で地方都市のコンパクト性に大きな変化があったわけではない。つまり動的な観点から見ると、都市のコンパクト性が自動車 CO₂ 排出量の変化に影響を及ぼしているとはいえ、都市の構造よりも都市での暮らし方の変化が大きな要因となっていることが読み取れる。

以上のことより、自動車 CO₂ 排出量が小さいのはコンパクトな都市のほうであるという事実には変わりはないが、単に都市の高密化を進めるだけでは気候変動に影響を与えるような変化が生じると考えるのは早計である。所得が上昇し、同時に新しい技術が普及すれば人々がそれを手に入れようとするのは当然である。今後生じる新たな社会変革に対し、どのような方策を準備しておくかはその意味で極めて重要である。

2.2 住宅地レベルでの検討

先の節では都市レベルでの検討を行ったが、実際にはよりミクロなスケールでさまざまな政策や整備が実施されることになる。たとえば、太陽光発電と電気自



凡例

+ 市街化調整区域	× 低層住宅専用地域
× 中高層住宅専用地域	◇ 居住地域
● 近隣商業地域	● 商業地域
△ 準工業地域	△ 工業・工業専用地域
○ 住宅系及び商業系混合	◆ 住宅系混在
◐ 商業系混在	▲ 工業系混在

地方中心都市のケース

図3 住宅地スケールで見る居住者の自動車 CO₂ 排出量 [6]

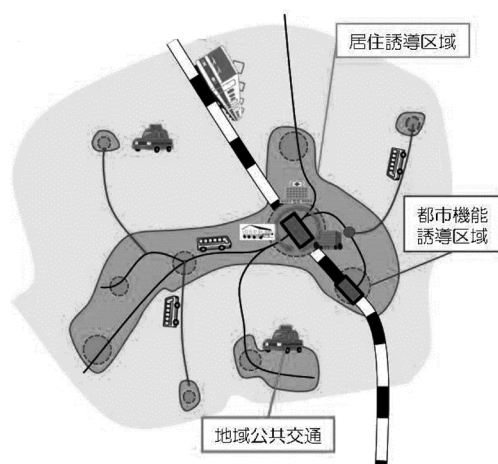


図4 立地適正化計画の概要 [9]

動車を連動させたスマートグリッドはどのような住宅地に適しているのかということは、先述したような都市レベルの検討では明らかにすることができない。ここでは先に用いた全国都市交通特性調査の結果を全国の性格の類似した住宅地ごとに再分類することにより、住宅地ごとの検討の基礎材料となる情報を提示する [6]、なお本稿でいう住宅地とは町丁目のスケールを指し、10～30 ha 程度の面積を有するエリアを指す。図3に

示した都市レベルの図と同様の考え方を住宅地に適用した分析結果を提示する。ここでは全国の都市の中から地方中心都市の住宅地のみを抽出して例示した。商業系土地利用規制がなされている地区（一般に都心部が相当する）の居住者の自動車 CO₂ 排出量が低く、その逆に中高層や戸建ての土地利用規制がなされている地区（一般に郊外部が相当する）における居住者の排出量が高くなっている。

この情報をもとにスマートグリッド（太陽光パネル＋電気自動車）の導入効果を地区ごとに別途検討した。その結果、図3では一人当たり自動車 CO₂ 排出量の数値が大きくなっている郊外型の中高層住宅型の土地利用規制がなされているところのほうが、電気自動車を活用した効率的なエネルギーの地産地消化が期待されることが明らかになっている [7]。実際のところそのようなエリアでは中高層住宅と戸建て住宅が混ざって立地しており、それぞれの建物で余剰となるエネルギーの発生状況や生活パターンも異なる。このため、効果的なエネルギーの相互融通が期待できるという点がその大きな理由である。また、さまざまな関連技術の進歩が期待される中で、特に急速充電の技術改良が進むことで、郊外エリアで2台目自動車として保有されている軽自動車が電気自動車に置き換わることも期待されている [8]。

以上のように地区ごとにどのような自動車・都市基盤を配置すればその地区での利便性を減ずることなく自動車由来の CO₂ 排出量を削減できるかは、極めて興味深い検討課題といえる。

2.3 変わる都市計画制度

コンパクトな都市構造を目指すために、日本の都市計画制度も大きく転換しつつある。2014年に都市再生特別措置法などの一部が改正され、各自治体は一定のインセンティブが得られる図4に示す立地適正化計画の策定が可能となった。具体的には明確な交通網と都市機能誘導区域に集約すべき施設を計画することを通じ、施設整備に対する補助が得られる仕組みである。もちろん先述したとおりこのような計画に基づくコンパクトなまちづくりは自動車 CO₂ 排出量の削減だけを目的とするものではない。しかし、都市計画の観点から持続可能な社会を達成しようとする制度的枠組みとして、明確なメッセージを内包するものである。

なお、図4から明らかとなおり、立地適正化計画で想定される交通手段は主に公共交通である。わが国の現状を考える場合、地方部など公共交通ですべてカバーするには難しい地域も数多く存在する。それらの地域

については自動車型の拠点を一定の厳格なコントロールのもとで育成するという視点も必要であろう。また、この逆に、将来において自動運転やシェアリングなどの新技術が大都市部での私的な交通需要をカバーすることも主に道路容量の面から不可能と考えられる。むしろこれら新技術は郊外部や地方部など自動車依存度が高いが、道路容量として見ればまだ多少余裕があるところからの導入が期待される。

3. 新たな自動車交通基盤の影響

3.1 郊外部でのシェア型自動運転車導入の影響

筆者らは自動運転車両によるシェアリングサービス（以下，“Shared-adus”）について、図 5 に示す前提でその導入の影響を検証した [10]。ここで adus とは automated driving for universal service の略である。本稿では adus 車両の共同利用による交通サービスを Shared-adus と呼び、それによって自分で運転しなくともドアツードアの移動サービスが享受できることとする。対象地域は自動車依存度の高い郊外地域である茨城県南地域とした。具体的には現在のトリップパターンの情報として第 5 回東京都市圏 PT 調査データ（2008 年調査）を用い、同データで自動車・バス・タクシーを代表交通手段とする全トリップが Shared-adus に転換すると想定した。検証に際し、「① BAU（現状）」「① RS（自家用車によるライドシェア交通の導入）」という二つの状況に対し、Shared-adus（図 6～図 9 中では「SA」）の運行について、時空間が一致したトリップのライドシェアを可能とする「② SA_基本条件」、異性同士のライドシェアを非成立とする「③ SA_性別考慮」、公的・私的目的が混在するライドシェアを非成立とする「④ SA_目的考慮」の三つの運行方式で運行した場合の影響を検証した。

利用者間を Shared-adus の車両が自動回送（空送）で移動することにより、車両 1 台当たりが輸送するトリップを増加させ（図 6）、逆に必要な車両を節約する効果（図 7）を有する。一方で、従来は発生しなかった空送による車両の走行距離の増加（図 8）に伴い、車両の走行エネルギー消費量が増加する可能性がある。

Shared-adus の車両をガソリン車として想定すると、現状のトリップ数を所与として BAU 比で自動車 CO₂ 排出量が 60%増（図 9）という結果が得られた。さらに地域別に見ると、都市部から離れた辺縁部では、人口密度が低いことから車両が利用者間を移動（空送）する時間が長くなるため、空送による自動車 CO₂ 排出量の割合が高くなる（図 10）傾向が示された。自動運

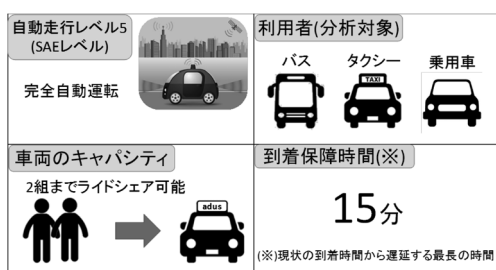


図 5 Shared-adus の概要

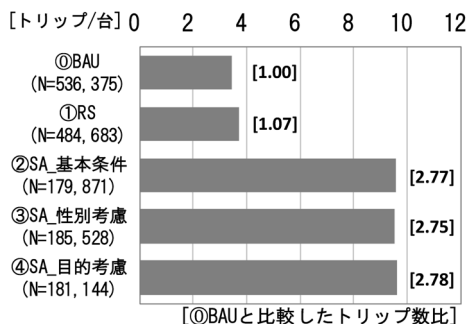


図 6 Shared-adus 運行における車両当たりトリップ数

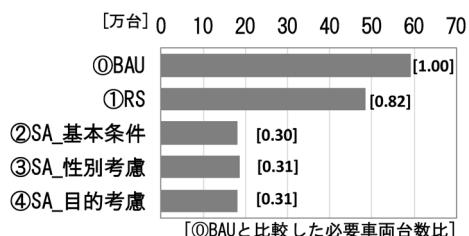


図 7 Shared-adus 運行に必要な車両数

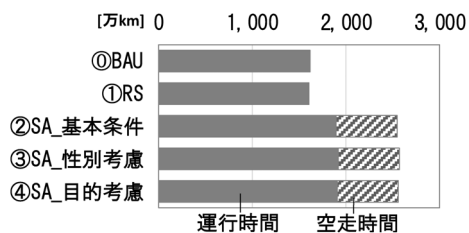


図 8 Shared-adus の運行に伴う車両の走行距離の変化

転車の導入によって環境負荷が低減するという予想が多くなされる [11] 中、この分析結果ではむしろ自動車 CO₂ 排出量が増加する可能性が示された。

上記の分析は現状の社会状況（トリップパターンも含む）を前提としたうえで Shared-adus を導入した場合の影響について検証したものである。

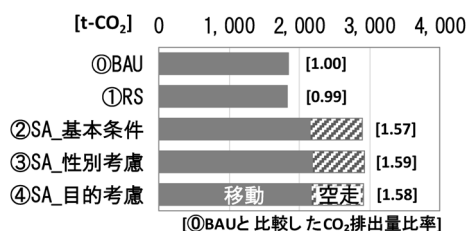


図 9 Shared-adus の運行に伴う自動車 CO₂ 排出量の変化

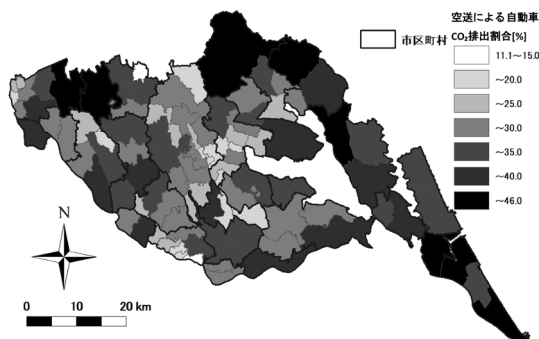


図 10 Shared-adus 運行時における車両の空送による自動車 CO₂ 排出割合

表 1 Web アンケート調査の概要 [12]

調査対象	18歳以上の楽天リサーチ会員 (3,500サンプル)
調査方法	Webアンケート
調査期間	2015年10月28日~10月30日
主な調査項目	<ul style="list-style-type: none"> ・個人属性 (性別・年齢・職業・免許保有・運転状況 等) ・自動運転車利用に関する意識 自動運転車利用意向 等 ・内面的属性に関する項目 〔①運転動機, ②非運転理由, ③普段の生活スタイル〕 〔④普段の交通手段選択の際の重視項目〕

3.2 都市ごとの自動運転車の利用意向

一方で, Shared-adus のような自動運転車両による交通サービスの登場は, 従来の交通手段からの転換利用者 (転換交通) に加えて, 潜在していた交通行動の顕在化 (誘発交通) による交通量増加の可能性が考えられる。加えて, そのような変化は全地域で一様でなく, 都市部と郊外部で異なる傾向を示すことが想定される。そこで, 以下では筆者らの独自調査の結果をもとに, 都市ごとの自動運転車の利用意向を算出する。

自動運転車の実用化後に自動車の使い方によどのような影響が及ぶか算出を行った。日本全国の 3,500 人に対する Web アンケート調査 (表 1) の結果に基づき, 自動運転車 (緊急時には運転に移行する必要がある自動走行 Lev.3) を利用したい人の要因を整理した。

結果として, 現在運転している人 (運転者) の中でも「ほかに交通手段がない」「仕方なく運転している」という受動的な運転動機をもつ者は自動運転車の利用意向が高く, 反対に「運転が好き」といった能動的な運

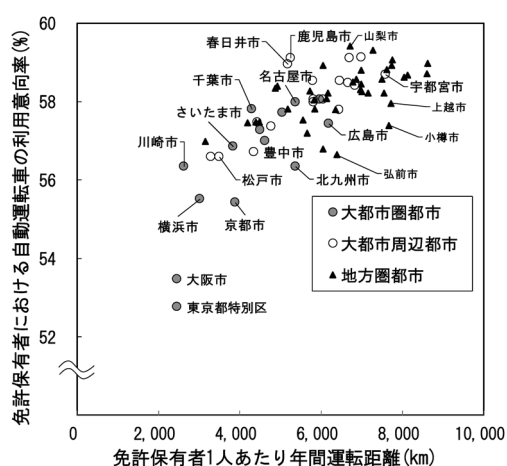


図 11 都市ごとの自動運転車利用意向率と 1 人当たり年間運転距離の関係 [12]

転動機をもつ者は利用意向が低い傾向が示された。また, 現在運転を行っていない者 (非運転者) についても, 「自分の運転に自信がない」ために運転していない者の利用意向が高いなど, 「運転には消極的」だが「自動車の利便性を享受したい」者の利用意向が高くなるという傾向が示された。

これらの要因は平成 22 年度全国都市交通特性調査と同一設問項目であり, その項目を軸に意識調査データと結合することで対象都市ごとの自動運転車利用意向率を算出した (図 11)。結果として, 現状でも自動車利用への依存度が高い地方都市において利用意向率が高い傾向が示された。地方都市においては, 公共交通のサービスレベルの相対的低さゆえに「仕方なく」自動車を運転せざるを得ない人が多く存在することが想定され, ゆえに自分で運転せず移動可能な自動運転車を望む声が多いことがこの結果に反映されていると考える [12]。

4. 気候変動対策に向けて

4.1 Shared-adus 導入による影響

既存研究 [11] においては仮想的な公共交通が整備された都市を前提とし, 交通需要の配分が最適となればライドシェアの導入により車両台数および自動車 CO₂ 排出量の大幅な削減の可能性があることが示されている。一方, 本稿では先述したとおり, 実際のトリップパターンを対象に, 郊外部での Shared-adus 導入により車両台数は個人保有の場合よりも削減できる可能性があるが, トリップ数, 走行距離の増加に伴い自動車 CO₂ 排出量が増加することが示されている。特に本稿の検討対象のように, 人口密度が疎で, 公共交通機

関の交通分担率が低い地域においては、個々人の移動ニーズを単に Shared-adus に置き換えるだけでは自動車 CO₂ 排出量の削減につながらない可能性が高い。

4.2 気候変動・エネルギー安全保障と運輸部門

一方で本稿の分析では導入が想定されている車両はすべて通常のガソリン車である。太陽光パネルと電気自動車を組み合わせるスマート化が同時に進展するという前提に立てば、世帯での CO₂ 発生抑制と連動するため、得られる結果は全く異なったものになると予想される。本稿では十分考慮に入れることができないそのような条件も含め、今後の気候変動対策について以下のような考察が可能である。

世界全体でみると運輸部門は化石燃料起源の CO₂ 排出量の約 22% を占めており、発電部門に次ぎ二番目の位置づけである。石油に着目すると全石油需要の 61% を消費している [13]。このことから運輸部門は気候変動の抑制、つまり CO₂ 排出量の削減に大きな役割を背負っているといえる。

運輸部門については、自動車をはじめ船舶、航空機など移動体であるという特徴から、そのエネルギー源は高密度であること、可搬性に優れ、補給が容易であることが求められ、液体燃料である石油が現時点での主流となっている。

石油は石炭や天然ガスなどほかの化石燃料に比べ地球上での分布が偏在していることや、可採埋蔵量が少ないことから、供給や価格の変動リスクが大きい。とりわけ石油のほぼ全量を輸入に頼っている日本においては、石油消費量の抑制がエネルギー安全保障の強化にもつながるといった側面もある。

4.3 CO₂ 排出量削減に向けた自動車の対策

本稿の検討対象である人口密度が疎な地域では、鉄道など大きな投資を伴う公共交通機関の整備は難しく、将来においても Shared-adus を含む自動車を主体とした交通体系とならざるを得ないであろう。したがって自動車から排出される CO₂ が今後も運輸部門の大部分を占めると考えられる。

自動車 CO₂ 排出量の削減のためには、燃費の向上、利用エネルギーの低炭素化、脱炭素化（バイオ燃料、電力、水素など）といった方策があるが、これら技術の普及に必要な時間軸・地域軸には幅がある。電力や水素を利用できる電気自動車（EV）・プラグインハイブリッド自動車（PHV）、燃料電池自動車（FCV）が実際に日米欧など先進国や中国において普及の初期段階に入っている。それらの本格的な普及のスピード、ボリュームについてはさまざまなシナリオが提示されて

おり [14, 15]、議論が尽きないが、世界的な保有台数で見れば 2040 年頃においても HV や PHV を含めた内燃機関を搭載する自動車が依然として大勢を占めると考えられる。したがって現在の主流である内燃機関を動力源とする自動車の低炭素化、すなわち燃費の向上は継続して推進する必要がある。

地方部においては 1 トリップ当たりの走行距離が都市部に比べると長くなると考えられ、Shared-adus に求められる車両の仕様が都市部とは異なる可能性がある。今後 EV、PHV や FCV が普及段階に入ることを想定すると、公共交通が充実している都市部ではラストワンマイルのための短距離型の EV のニーズが高く、地方部では PHV や FCV など中長距離走行に適した車両の導入が考えられる。もちろん将来的に電池や充電技術の進展により長距離走行が可能な EV が実現した場合に、その導入を否定するものではない。

4.4 地域再生エネルギーとの連携

地方部では太陽光、小水力、風力などの再生可能エネルギーのポテンシャルは都市部よりも有利であることから、再生可能エネルギーからつくられる電力あるいは水素を地産地消的に、地域のエネルギー需給特性や移動ニーズに応じ PHV、EV、FCV を適切に組み合わせることも考えられる。特に本稿の対象地域のように自動車の保有台数が多い地域では、電力の地産地消に有利であることも示されている [16]。

たとえば PHV、EV、FCV などに備わる蓄電、発電機能あるいは水素貯蔵機能を地域エネルギーグリッドに接続することにより、太陽光や風力による発電量の変動および電力需要の変動を吸収し、運輸部門以外の分野、民生や農業部門においてもさらなる CO₂ 削減効果が期待できる。また災害時に主系統からの電力供給が途絶した場合においても、地域内での電力供給が可能になり、レジリエントな地域エネルギーグリッドの実現に貢献できる。

4.5 拠点形成による移動ニーズの集約

中長期的には自動車の燃費向上や低炭素化、脱炭素化だけでなく、移動ニーズを集約し、トリップ数、トリップ距離の削減も必要になると考えられる。

地方部における住民の生活の利便を損なわずに移動ニーズを集約するためには、従来の分散した生活サービス拠点（買い物、医療、金融、郵便など）の集約が考えられる。このように生活に最低限必要な機能が集約された「小さな拠点」の形成により、地方部における持続可能な地域構造の形成に寄与する [17] とともに、周辺地域の居住者の移動ニーズを集約することが可能

になる。さらにそれぞれの小さな拠点のサービスを補完するために小さな拠点間、また小さな拠点と都市間の中長距離の移動サービスを提供する。導入する車両は低炭素エネルギーを利用でき、非常時の電源供給も可能な FC バスなどが候補となるであろう。

Shared-ads の出発待ち時間や到着遅れ、非最短ルートを選択（ほかの乗客のニーズによる経由地設定）をある程度許容すれば、移動サービスを集約することができ [10]、自動車 CO₂ 削減だけでなく、Shared-ads の運行コスト、保有台数の低減にも寄与できる。さらに生活圏内の通過交通量が減少することにより、歩行者や自転車にとって安全、快適な地域環境の実現にも寄与できる。

5. おわりに

本稿では今後の気候変動に関する議論に資するため、まず都市の密度や地区特性と、そこでの居住者の自動車 CO₂ 排出量の関係を定量的に明らかにした。また実際の郊外部でのトリップデータを用い、Shared-ads が導入された際の変化を予測した。さらに自動車に関連する総合的な見地から、今後の気候変動対策に関する方向性を議論した。本稿で得られた知見は以下のとおりである。

1. 都市のコンパクト性は自動車 CO₂ 排出削減に大きな影響がある。そしてその影響度は経年的に拡大している。
2. データを揃える少しの努力で地区ベースでの自動車 CO₂ 排出動向を明らかにできる。地区ベースではコンパクト性（人口密度）よりむしろ用途規制が自動車 CO₂ 排出に影響している度合いが高い。
3. 郊外部での Shared-ads の導入は、自動車の必要車両数は減じるが、迎車による空走の発生に伴いむしろ CO₂ 排出量は増加する。また、自動車依存型の都市でさらなる潜在需要を顕在化させる可能性が高い。なお、本稿はむしろ気候変動に対して最もネガティブなケース想定での検討となっている。
4. EV、FCV、PHV への転換および地域エネルギーグリッドと連動することにより、生活に伴うトータルの CO₂ 排出量はトータルで削減される可能性があり、今後その詳細な検討が求められる。
5. また、郊外部においては小さな拠点の形成による移動ニーズの集約、非常時の電源供給などのプラス効果が想定される。エネルギー安全保障の問題ともからめ、総合的な検討が今後求められる。

最後になったが、3 節の分析は筑波大学とトヨタ自

動車の共同研究「次世代社会システムとモビリティのあり方に関する研究」の成果である。記して謝意を申し上げたい。

参考文献

- [1] 国土交通省総合政策局環境政策課（監修）、公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団、「2016 年版 運輸・交通と環境」, http://www.ecomo.or.jp/environment/unyukotsutokankyou/data/unyu_koutuu.to_kankyou.2016_all.pdf (2018 年 4 月 1 日閲覧)
- [2] IPCC, *Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change, Working Group III*, p. 91, Cambridge University Press, 2014.
- [3] OECD, “International Transport Forum: Shared Mobility, Innovation for Liveable Cities,” 2016, <https://www.itf-oecd.org/shared-mobility-innovation-liveable-cities> (2018 年 4 月 1 日閲覧)
- [4] 谷口守, 村川威臣, 森田哲夫, “個人行動データを用いた都市特性と自動車利用量の関連分析,” 都市計画論文集, **34**, pp. 967–972, 1999.
- [5] 越川知紘, 谷口守, “都市別自動車 CO₂ 排出量の長期的動向の精査—全国都市交通特性調査の 28 年に及ぶ追跡から—,” 環境システム研究, **45**, pp. 169–178, 2017.
- [6] 谷口守, 松中亮治, 中道久美子, 『ありふれたまちかど図鑑—住宅地から考えるコンパクトなまちづくり—』, 技報堂出版, 2007.
- [7] 谷口守, 落合淳太, “住宅街区特性から見たスマートグリッド導入適性,” 不動産学会誌, **25**, pp. 100–109, 2011.
- [8] 谷口守, 落合淳太, “住宅街区のスマートグリッド導入適性に技術革新が及ぼす影響,” 不動産学会学術講演会論文集, **28**, pp. 29–38, 2012.
- [9] 国土交通省, 「立地適正化計画の概要」, http://www.mlit.go.jp/en/toshi/city_plan/compactcity_network2.html (2018 年 3 月 31 日閲覧)
- [10] 香月秀仁, 東達志, 高原勇, 谷口守, “自動運転車によるシェア型交通導入の影響分析—MaaS 時代を見据えた一考察—,” 土木計画学研究・講演集, **56**, P39, 2017.
- [11] OECD, “Transition to shared mobility: How large cities can deliver inclusive transport services,” Corporate Partnership Board Report, International Transport Forum, 2016.
- [12] 香月秀仁, 川本雅之, 谷口守, “自動運転車の利用意向と都市属性との関係分析—個人の意識、交通行動に着目して—,” 都市計画論文集, **51**, pp. 728–734, 2016.
- [13] IEA, “World Energy Outlook 2016,” <https://www.iea.org/media/publications/weo/WEO2016Chapter1.pdf> (2018 年 4 月 2 日閲覧)
- [14] Exxon Mobil, “2017 Outlook for Energy,” <http://cdn.exxonmobil.com/~media/global/files/outlook-for-energy/2017/2017-outlook-for-energy.pdf> (2018 年 4 月 2 日閲覧)
- [15] BP, “BP Energy Outlook 2017 edition,” <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economic-s/energy-outlook-2017/bp-energy-outlook-2017.pdf> (2018 年 4 月 2 日閲覧)
- [16] 杉本峻佑, 谷口守, “水素社会における電力地産地消の可能性,” 日本不動産学会第 33 回学術講演論文集, pp. 13–20, 2017.
- [17] 谷口守, 山根優生, 越川知紘, “多様性を内在する「小さな拠点」の俯瞰的整理の試み,” 都市計画論文集, **50**, pp. 1297–1302, 2015.