

近未来の大都市と自動運転・AI

小櫃 秀夫（都市プランナー）



小櫃 秀夫（おびつ・ひでお）
1954年東京都生まれ。東京大学工学部都市工学科卒業。
1976年株式会社大林組入社、開発本部等勤務、現・開発事業本部担任副本部長。
1987年 MIT DUSP 都市計画修士（MCP）修了。認定都市プランナー、一級建築士、一級建築施工管理技士、宅地建物取引士。
東京大学非常勤講師、慶應義塾大学非常勤講師、都市計画学会理事、区画整理促進機構理事等歴任。編著に『ビルを建てる！』（日経BP）がある。

1：近未来の大都市と自動運転・AI

スマートフォンの音声認識や画像認識の能力に慣れた人にとっては、自動運転車の出現はAI技術による当然の成果かも知れない（図1）。しかし、この人間の能力を超える目と運転技術を備える人工頭脳による移動ロボットは、我々の生活や都市に多大な影響を与えることが予想される。

筆者はAIや自動運転の専門家ではないが、都市や建設の分野から、この破壊的イノベーションの都市や建築に与える影響について考察してみたい。

幸い都市や建築に与える影響は、プラス側の方が大きそうである。自動運転車の増加に伴い予想されるのは、運転効率の向上、車の総台数の減少、交通事故の減少などがあり、これらにより、道路交通容量の増加や必要駐車台数の減少が顕著になるであろう。さらに、カーシェアリングの増加はこの傾向を加速させるであろう。

これにより、大都市の道路や駐車場に大きな余裕が生ずる。制度の見直しが必要ではあるが、不要の駐車場は他の用途に転用できる。相当数の4車線の道路の内、1車線は自転車や歩行者に開放できるであろう。さらに1車線は自動運転バスなどの公共交通に利用できるかもしれない。一部の街路は、ニューヨーク・タイムズスクエア付近のブロードウェイのように、永久歩行者天国として公園のような利用に転換できるであろう（図2）。東京では首都高速の都心環状線が不要になり、ハイラインのような連続型の公園になるのも夢ではないかもしれない（図3）。

2：自動運転技術革命の背景

2010年時点の自動運転車のイメージは、まだ未来技術のメニューの1つで、自動ブレーキや高速道路の車線速度維持型自動運転の延長程度であったように思う。これが2017年時点では、現実に無人で一般道を走行する能力を持つ自動運転車の実証実験

が、ピッツバーグやシンガポールをはじめとする大都市などでも行われている（図4）。技術的には人間の運転補助（自動運転レベル3まで）から、AIによる完全自動運転（自動運転レベル4）へのジャンプがなされたと言われている。

2010年に入り、身近な所からAIが話題となるが増加している。IBMのワトソンが米国のクイズ番組に優勝し、最近では囲碁や将棋の名人クラスがAIに負けるのも驚きではなくなってきた。スマートフォンでは音声認識や簡単な自動翻訳、さらには写真の自動分類など、無料のアプリでできるようになってきている。

特化型AI技術と言われる自動運転や自動翻訳などが革命的な進歩を進める背景には、コア技術として機械学習技術の1つであるディープ・ラーニングの登場が寄与している。一般に知られているコンピューターのイメージは、エキスパートシステムのように、その道の専門家が多様な状況に対して最善の対応をするための考え方（アルゴリズム）をコンピューターに入力して利用する汎用計算機というものではないか。入力に対して、一定の法則による処理の後、結果が出るという演繹的な機能を持つ機械である。自動運転レベル3までは、この方式でほぼ到達可能と言われる。

ディープ・ラーニングによるAIは、一定の目的に合う最適対応・回答を、入力された情報から、大量のデータに基づき導き出すもので、そのプロセスは演繹的とは言えず帰納法的でブラックボックスと言われる。幼児が経験を積み、犬と猫を識別するプロセスに類似している。このタイプのAIは汎用計算機というより、経験学習型認識装置である。例えば、画像認識の特化型AI技術が人間の能力を超えたのは2015年のマシン・ビジョン・コンテストからである。人間の物体認識の誤差率は5.00%と言われているが、マイクロソフトグループのマシンは誤差率3.57%を達成した。2010年の優勝マシンの誤差率が28%であったことから急速な進歩である。これ

にはディープ・ラーニングに用いるビッグデータが利用可能となったほか、GPU（画像処理装置）の普及などいくつかの技術的ブレークスルーが寄与したと言われている。

機械が視覚を得た。これは、ディープ・ラーニングの登場と同じくらいのインパクトをもたらす可能性があると言われている。応用範囲も、自動運転のほか、画像認識・診断、目視による品質管理、不審者識別などのセキュリティ分野等非常に広がるであろう。カンブリア紀の生命の爆発的進化は、生命が視覚を得たことが原因との説があるが、AIとロボットの進化を一段と加速する要因であることは間違いなさそうである。グーグルやウーバーが全米で自動運転車の実証実験を続けているのは、バグの検出のためだけではなく、人間同様、目で見えた情報と運転結果の情報、つまり運転経験を蓄積するためである。

運転AIは、2017年当初時点で道路工事に伴う誘導員の合図への対応や、緊急車両への対応などいくつかの技術的課題が残っているとされていたが、2017年11月よりアリゾナ州フェニックスで完全無人のロボタクシーの試験運転が開始されるほど、技術開発の進展は速い（図5）。遅くとも2020年初頭に自動運転が完成するのは確実であるという専門家は多い。自動車メーカーからも2020年代前半に完全自動運転車の発売を目標とする企業が現れてきている。

3：自動運転車の普及

自動運転技術が人間を超えることや、さらなる安全性等の進化については確実と思われるが、実社会への普及については専門家によって意見が分かれる。走行距離にもよるが、普通乗用車の場合、10年以上の耐久性がある高額な財なので、スマートフォンのようにあっという間の自動運転車の普及はないかもしれない。

より一層時間が読めないハードルの1つに、道路交通法の規制、事故責任の特定、

保険について、社会システムは自動運転車を念頭にはできていないことがある。国内で法制度の検討が始まっているが、法改正の時期については予想できない。このため、レベル4の自動運転車を、レベル3（運転者あり）として利用することがあるかもしれない。

雇用の問題もある。タクシードライバーやトラックドライバーの仕事が急激になくなってよいのか、社会的議論が必要となろう。一方、交通弱者のいる過疎地などでの移動手段が死活問題となっている地区では、少々課題があるといえども自動運転車が早期に導入されると思われる。また、過酷な労働条件が問題となっている長距離物流のトラック運転な

ども、自動運転の早期導入の可能性もある。

国の産業政策によるところが大きいと思うが、労働人口減少で人手不足が想定される日本社会は、AIや自動運転の受け入れについては他の先進国よりも早い可能性がある。国土交通省は2017年9月より自動運転車の実証実験を開始した。

一方、自動運転車の開発で先行する米国では、ピッツバーグ市やカリフォルニア州などの自治体が先端産業振興のため、市街地での無人実証実験等を可能とする法整備に動いている。先端産業誘致の競争状態となっている。社会的対応がうまくいくとすると、予想される電気自動車の普及の後追いによ



左/図1 Google セルフドライビングカー「waymo」, <https://waymo.com/> 右/図2 ニューヨーク ブロードウェイ, 筆者撮影



図3 ニューヨーク ハイライン, 筆者撮影



左/図4 uber ピッツバーグ市内, <https://www.uber.com> 右/図5 Waymoロボタクシー フェニックス市内, <https://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/self-driving/report-waymo-to-announce-true-robotaxi-ride-sharing-in-phoenix>



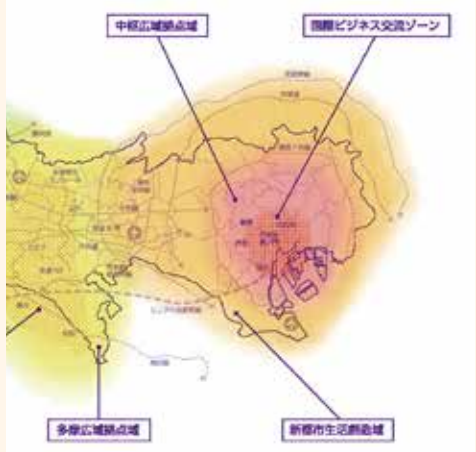
左/図6 道の駅等を拠点とした自動運転サービス 右/図7 高速バス停を拠点とした自動運転サービス、国土交通省



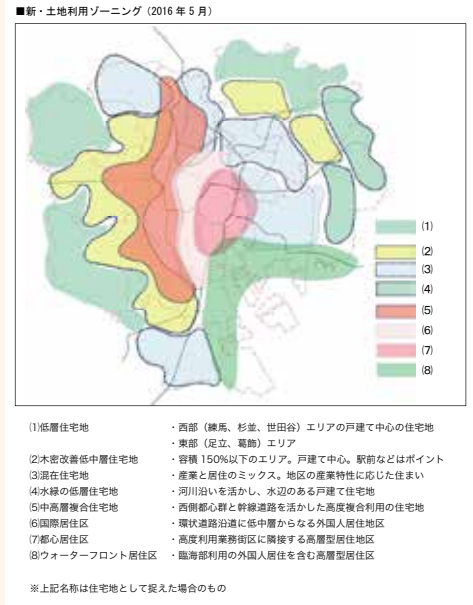
左/図8 Imagination Future Places : Our Rural Communities



右/図9 Imagination Future Places : An AV Zone, WSP Parsons Brinckerhoff in association with Farrells



上/図10 東京の都市像、東京都「都市づくりのグランドデザイン」
右/図11 新・土地利用ゾーニング(2016年5月)、2040年+の東京都心市街地像研究会



うに、自動運転車が増加する可能性があるのではないかと。

4：自動運転の普及した社会

移動が格段に容易になるので、交通の不便な場所の価値が相対的に上がる。拠点への移動の不便さから低密度化した地区であっても、環境が良いなどのメリットがあれば、再び居住者が増加する可能性がある。

例えば、自動運転ミニバスなどにより、中山間部など交通過疎地域の居住性が高まるかもしれない。しかも、自動運転バスになる

め、新たな名所が生まれる可能性がある。宅配の小型自動運転車が走りまわようになるが、郊外の大型商業施設は娯楽性や慢性病対応施設を付加するなど、工夫をするところは集客施設として残るかもしれない。

高速道路経由の高速バス通勤の増加が予想されるので、高速道路アクセスの良い郊外団地の価値が上がる。マストランジットの駅や停留所まで自動運転車で行き乗り捨てできるので、スポンジ化した大都市郊外に変化が起きる可能性がある。さらに、交通違反がなくなるので、取締りの交通警察は不要となる。やがて運転免許も一般人には無用となるであろう(図6、図7、図8)。

5：自動運転車の普及した都市像

乗用車は小型化し、歩きやすく、自転車も利用しやすく、緑も増えた人間中心都市が復活する。車の危険度が低下し、路上駐車もなくなり、街を歩く人が増加する(図9)。個人利用の自動運転車より明らかに効率が良く、コストが低いと予想される公共交通は利用され続けるが、通勤電車の混雑率は低下し、大都市の中距離高速バスの利用が増加する。結果として、交通事故や違反者が非常に減り、車移動の定時性が高まる。

一般のタクシーは大幅に減り、観光ガイド付などの付加価値のあるサービスが残る。自動運転車のカーシェアが増加し、自家用車の保有台数が大幅に減る。

駐車場の需要が大幅に減り、路上駐車はなくなる。時間貸し駐車場も不要となるものが増加し、空き地の管理が課題となる。地方都市によくある駅前の大きな駐車場も大半が不要となる。その結果、魅力ある整備が課題となる。

都市型テーマパークの駐車場についても同様に、必要量が減るので新たな活用の余

地ができる。

自動運転のスクールバスが一般化し通学範囲が広がり、学校の拠点性は高まる。保育所やデイケアセンターなども、自動運転バスが一般化すると、より広範囲の利用者を集めることが可能となり、集約化の可能性が高まる。

6：2040年の東京を考える

都心の歩行者空間や緑が増加し、自動翻訳機や自動運転車の普及により、文化観光都市としての魅力や、業務商業都市としての魅力が向上し、外国人を含め若者の人口が増加する。一方、高齢者は自然減が進み、全体としては安定的な人口増を続けると予想される(森記念財団)。一方でインバウンドの観光客が益々増加するが、移動手段が多様化し外国人ガイドも増加するし、円滑なコミュニケーションを図ることができる自動翻訳機も大活躍していることであろう。

千代田、中央、港の都心3区は、業務集積がさらに進むと予想される。地下の自走式駐車場のかなりの部分が不要となるので、建築基準法等の緩和を受けて、会議室、マルチファンクショナルな休憩室や倉庫などへの改修が進むと思われる。

さらに、日影規制の撤廃などがタワーマンションの建設を誘導し、居住人口は増加し続けるであろう。タワーマンションの立体駐車場は、自動倉庫などに改修されることなどが考えられ、都心部には緑化された道路が増加するだろう。

都心周辺区(都心区、外周区、臨海部以外)のうち、首都高速中央環状線の内側では、環状道路沿道に低中層からなる、比較的高収入の外国人居住地区が増加し、豊富な公共交通機関や短距離の自動運転車利用による都心へのアクセスの良さが人気となるであろう。また、都心西部の環状7号線沿線は、中高層複合住宅地として成熟していくと思われる。環状7号線の車線を減らせるかは不明であるが、自動運転車の普及が進めば、少なくとも南北方向の移動はスムーズになる

であろう。

現在の木造密集地域は、山手線外周部を中心に環状に分布している。2040年では、不燃化が進み延焼の危険性は解消していると思われるが、防災道路の整備が進まない場合は、自動運転車の恩恵はあまり受けられないことが予想される。自動運転車にとっても移動しやすい道路は必要であり、改善すべき課題になるだろう。

外周区(大田、世田谷、杉並、練馬、板橋、北、足立、葛飾、江戸川)は、低層住宅地で高齢化が進むと予想される。高齢者の移動は自動運転車により大幅に改善されるであろう。一方、一人暮らしになったお年寄りが、戸建て住宅から老人用ケア付きマンションに移るなどの施策は求められであろう。また、自家用車を手放した戸建て住宅の駐車場は、ポケット庭園として地区の魅力アップに貢献するかもしれない。

臨海部は、新規開発が進み外国人居住を含む高層型居住区となることが予想される。自動運転の普及により用途転換の可能性がある駐車場などの施設については、今からでも対応を予想して整備を進めることが、近未来のより良い街づくりにつながると思われる(図10、図11)。

- ①銀座通りや大丸有中通りは深夜を除き常時歩行者天国になる。
- ②首都高速都心環状線は自動車通行を止め、緑道公園になる。
- ③浅草や東京スカイツリー関連の駐車場問題は大幅に緩和され、細街路の多くが歩行者に開放され地区全体がテーマパーク的になる。
- ④余裕の発生する4車線の幹線道路の内、1車線は自転車道路になる。
- ⑤虎ノ門地区や台東区、墨田区などの細街路は1車線を残し緑道になる。
- ⑥業務地区の余剰駐車場は、会議室、事務所・店舗転用や倉庫転用などの用途になる。
- ⑦羽田空港の余剰駐車場はホテルや倉庫になる。

7：まとめ

自動運転普及が都市に与える影響はポジティブで、都市の魅力向上の大きいなるチャンスであろう。車道の自転車道路化や公園化の可能性があり、都心が一段と歩きやすくなることが予想される。また、自動運転バスの普及により、通勤電車の負荷が減り混雑率が低下するであろう。宅配を含む物流も、超小型から大型連結の自動運転車の普及などにより、大幅に効率化されることが予想される。

都心部のオフィスにある附置義務駐車場の大半は不要になり、用途転換の可能性が発生する。都市型マンションのタワーパーキングなども大半は不要になり、車の代わりに倉庫などで活用できないと、住民の負担になる恐れがある。今からでも、将来の用途転換を考えた施設整備や、制度変更について想定することにより合理的な施設活用が可能となる。

AIの進展は予想もつかない速さと多分野にわたる可能性がある。人間生活が非常に便利になる反面、不要となる仕事も多く発生するであろうし、AI依存に伴うハッキング被害などのリスクも増加する。

それでも人は都市に集まるであろうか。通勤を前提とする業務のパターンの変化については予測が難しい面がある。参考に、現代の先端産業のモデルであるシリコンバレーやサンフランシスコの状況を見ると、企業人集積の傾向についての変化は少ないかもしれない。一方、居住地では健常者の分散居住の可能性は広がるが、在宅介護や在宅終末医療については過度の分散居住では対応が難しい。

東京を念頭に考えてみれば、経済学的集積の利益による求心力だけでなく、銀座、浅草、東京ドームなどの強い集客力や、文化施設、大学や病院の集積の効果など、やはり人はますます大都会に集まるのではないだろうか。(了)

参考文献:
 [Your Driverless Ride is Arriving]: 筆者 Will Knight, MIT Technology Review Vol.119 No.6、2016.12.14
 [ドライバーレス革命]: 著者 ホッド・リップソン メルバ・カーマン 訳者 山田美明 日経BP社 2017.02
 [自動運転]: 著者 鶴原吉郎 仲森智博 日経BP社 2014.11
 [シンギュラリティ]: 著者 マレー・シャナハン 監訳 ドミニク・チェン NTT出版 2016.02
 [AI まるわかり]: 著者 古明地正俊 長谷佳明 日本経済新聞出版社 2017.03
 [第4次産業革命への対応の方向性]: 経済産業省経済産業政策局 2016.01
 [提言: AI・ロボット社会到来による真のグローバル競争時代に備えて]: 関西経済同友会 雇用の未来委員会 2017・04
 [情報通信白書]: 総務省 2016
 [自動運転時代の交通とその社会]: 著者 太田勝敏 国際交通安全学会誌 Vol.40.No.2 2015.07
 [人工知能って、そんなことまでできるんですか?]: 著者 松尾豊 堀野誠 朝KADOKAWA 2014.10
 [The game-changer for future cities: Driverless cars]: 筆者 Andy Cohen, Co-CEO of Gensler, Gensler dialogue 30 2017
 [人工知能 人類最悪にして最後の発明]: 著者 ジェイムズ・バラット 訳者 水谷淳 講談社 2015.06
 [IBM奇跡の"ワトソン"プロジェクト]: 著者 スティーヴン・ベイカー 訳 土屋政雄 朝日川書房 2011.08.25
 [AIは心] を持てるのが: 著者 ジョージ・ザルカダキス 訳 長尾高弘 日経BP社 2015.09