

【アジア】

モビリティ改革の柱、自動運転導入を目指すシンガポールの取り組み

碓 知子 Crossborder Research Pte Ltd

1. はじめに

国内外で自動運転システムを備えた自動車の開発が進んでいる。日本では一定の条件付きで「レベル 3」の自動運転を可能とする法が整備され、2020 年 4 月から自動運転車による公道走行が認められた。東南アジアではシンガポールが積極的に実証実験を進めている。シンガポールには自動車産業はないが、大手会計会社 KPMG の「自動運転車対応指数 2019 (2019 年 6 月発表)」によると、自動運転普及への対応が整備されている国のランキングで、シンガポールは調査対象国 25 カ国中、オランダに次いで総合 2 位だった。本稿ではシンガポールの自動運転への取り組みを概観する。

2. スマート・モビリティー2030 計画

シンガポールは独立以来の急速な都市化により、過去約 50 年で人口は 300%、車の数は 600%増加した。MRT などの公共交通や高速道路網の充実、厳しい車両総数規制により、他の東南アジアの大都市ほどの交通渋滞はない。しかし、ライフスタイルや嗜好の変化、限られた土地、陸上交通を担うマンパワーの不足、高齢化といった変化に、都市交通も対応していく必要がある。こうした中、シンガポール政府が注力しているのは、IoT などの技術を駆使したインテリジェント交通システムだ。

シンガポールでは交通に限らず、生活の隅々までデジタル技術とデータを活用して国全体を「スマートシティ」にしよという「スマート・ネーション」構想を 2014 年に立ち上げている。交通部門のスマート化もスマート・ネーション達成の重要な柱となっており、陸上交通局 (LTA) と Intelligent Transport Society of Singapore (ITSS) (注 1) が策定したスマート・モビリティー2030 も発表されている。これは、向こう 15 年間のインテリジェント交通システム発展のためのマスタープランで、最新の技術を活用し、移手段としての交通システムの最適化を目指している。AV の導入で、車の総量を制限しつつ、自動運転車やバスによるモビリティー・オ

ン・デマンドや、駅や校内のシャトルサービスの利用によるファーストマイル、ラストマイルの移動の利便性が向上すると期待されている。

法制度や組織的な整備も進んでいる。2014 年に AV 技術を応用し、ソリューションの研究開発と実証実験を調整する「シンガポール自動運転イニシアティブ (SAVI)」が設立された。南洋工科大学 (NTU) には 2016 年に AV の試験研究センター (Centre of Excellence for Testing and Research of AVs (CETRAN)) が設立された (詳細後述)。AV の実証実験のための規則も施行され、実証実験可能な地域も徐々に拡大した。2020 年にはシンガポールの西側ほぼ半分の面積が AV 実証実験の対象地域となり、実験可能道路の総長は 1,000km となった。

AV 促進の法的・組織的整備の経緯

年	主体	内容
2014年	政府	スマートネーション構想発表
2014年	LTA/ITSS	スマート・モビリティー2030発表
2014年	LTA	Committee on Autonomous Road Transport for Singapore (CARTS) 自動道路輸送委員会を設立。AV技術やAVを使ったシンガポールでのモビリティーコンセプトの策定、AV産業のビジネスチャンスと課題を洗い出す作業をする。2年間で行う。委員会は専門家、業界関係者、学会を含む
2014年	LTA/A*STAR	The Singapore Autonomous Vehicle Initiative (SAVI) 発足
2016年	NTU/LTA/JTC Corp	AVの試験研究センター(Centre of Excellence for Testing and Research of AVs (CETRAN)) 設立
2016年	ST Engineering	Singapore Autonomous Vehicles Consortium を組織
2017年	MOT	自動運転車の実証実験のための規則を施行
2017年	LTA	ST Kinetics (現在ST Engineering Land Systems) と40人乗り自動運転バスの開発で提携
2018年	NTU	Volvo と40人乗り自動運転バスの開発で提携
2019年	シンガポール企業庁	AVの基準、Technical Reference 68策定
2020年	LTA	実証実験可能地域を拡充。シンガポールの西側(全土の約半分)で公道での実証実験が可能に。

ITSS= Intelligent Transport Society of Singapore

LTA= Land Transport Authority

A*STAR=Agency for Science, Technology and Research "

NTU= Nanyang Technological University

出典：報道、プレスリリース等より作成

3. 実証実験の積み重ね

国内外の企業を呼び込んでの実証実験も重ねられている。2010年にはシンガポール国立大学 (NUS) とシンガポール-MIT 研究技術アライアンス (SMART) が自動運転ゴルフカートによる実証実験などを実施した。2015年からは、シンガポール科学技術研究庁 (A*STAR) 傘下の情報通信研究所 (I2R) が、研究開発地区ワン・ノースで、初めての公道実証実験を24カ月に渡り行った。I2R が開発した GNSS (Global Navigation Satellite System: 全球衛星測位システム)、IMU (Inertial Measurement Unit: 慣性計測装置)、3次元ライダー (LiDAR)、認識・走行計画用ソフトウェア、ナビゲーションシステムなどを組み込んだ車両が使われた。2016年8月にはマサチューセッツ工科大学 (MIT) のスピンオフ企業で、モビリティオンデマンド事業を目指すニュートノミー (現アプティブ) (注2) もワン・ノースでの実証実験を開始した。デルファイによる買収を経て社名がアプティブとなった現在も、シンガポールでの AV 実証実験に使われている車は同社のものが最も多いとされる。

2017年には道路交通法が改正され、ワン・ノース以外の公道での実証実験が可能になり、実証実験の場は大学、セントーサ島、ジュロン島等にも拡大している。南洋工科大学 (NTU) でも、複数のパートナーと実証実験を実施している。NUS でもフランスのスタートアップ企業、イージーマイル社の自動運転バス、E10 を使った NUSmart シャトルサービスの実証実験が2019年7月に開始した。イージーマイル社の E10 自動運転シャトルバスは26カ国で既に利用されている。実証実験の資金はトヨタやスバルの代理店をかかえるインチケープ。運行はタクシー会社やバス事業を手掛ける陸上交通大手のコンフォートデルグロが行う。通常のバスと同じ道路を自動運転バスが運行する初の実証実験となる。



NUSmart Shuttle

写真提供: NUS

港湾オペレーターの PSA は港湾地域で自動運転トラックの実証実験を、豊田通商などと実施した。政府系企業 ST Engineering の陸上輸送子会社、ST Engineering Land Systems (元 ST Kinetics) も日本企業を含む複数の企業と提携して実証実験を行っている。

2020年代初頭からはジュロン・イノベーション地区、テナガ、ポンゴルで自動運転シャトルバスの実証実験を開始する計画が発表されている。

主な実証実験一覧

開始年	実施主体	概要
2010年	NUS と SMART	ゴルフカートやNUS、公園での実験。2015年からはワン・ノースでの公道実験も。
2015年	A*STAR I2R	ワン・ノースにて、公道での初の実証実験
2016年	nuTonomy	モビリティオンデマンドの実証実験。民間企業初。
2016年	ガーデンス・バイ・ハイウェイ	ST Engineering と10人乗りの自動運転車で来場者の移動
2016年	NTU	自動運転シャトルバスの開発を手掛ける仏スタートアップ企業NAVYA (ナビヤ) と15人乗りのバスのキャンパス内実証実験
2017年	NTU	自動運転輸送システム企業2GetThereとシンガポールの公共交通サービスプロバイダーのSMRTと24人乗り完全自動運転シャトルバスをキャンパスの一部で運転。
2017年	運輸省、PSA、豊田通商、スカエフ (スウェーデンのバスメーカー)	シンガポールの運輸省と港湾運営会社のPSA (カタリオン) が、トラック隊列走行システムの実証実験を3か年実施。豊田通商とスカエフが受注。
2017年	Katoen Natie、VDL	ベルギーの物流会社Katoen Natie とオランダの自動運転車メーカーVDLがシンガポール島での実証実験
2019年	NTU	「E10」と開発した40人乗り自動運転バスの実証実験開始。
2019年	ST Engineering	セントーサ島で「マド」自動シャトルバスの実証実験実施
2019年	ST Engineering	ガーデンス・バイ・ハイウェイにて、オンデマンド自動シャトルバスを運航開始。パートナーには日本の大手高速バス運行会社のWiller (ウィラー) と三井物産のシンガポール子会社でカーシェアリング事業を展開するカーグアが含まれる。
2019年	NUS / コンフォートデルグロ (地場大手タクシー会社)	フランスのスタートアップのイージーマイル (EasyMile) が開発した自動シャトルバス (定員12人) の運行を開始
2020年代初頭	LTA	ポンゴル、テナガ、ジュロンイノベーション地区で自動運転バスと自動運転マドシャトルバスのパイロットプロジェクトを行う。

NUS= National University of Singapore

SMART= The Singapore-MIT Alliance for Research and Technology

I2R= Institute for Infocomm Research

出典: 報道、プレスリリース等より作成

4. NTU、AV 研究で存在感

NTU では2016年8月に、LTA、JTC コーポレーション (工業団地やビジネスパークの開発運営を行う政府機関) と共同で、AV の試験研究センター (Centre of Excellence for Testing and Research of AVs (CETRAN)) を開設した。CETRAN は、アーバンソリューション、高度製造業 (Advanced Manufacturing)、スマート・ロジスティクスの企業を集積させ、シンガポール最大の実証実験場となるジュロン・イノベーション地区 (注3) に立地する。LTA と共同で、公道での実証実験に必要な基準を策定する。AV については国際的な実験基準や国際的な認証機関がない。CETRAN は、AV の実証実験と実用化を支援する。CETRAN のテストサーキットには360度のCCTV が随所に設置される。また、リアルタイムでモニタリングが実施され、評価システムに情報が送られる。雨や洪水を再現するゾーンも備わっており、異なる気象条件下でのテス

ト走行も可能になっている。

NTUはまた、2016年から自動運転シャトルバスの開発を手掛ける仏企業 NAVYA (ナビヤ) の15人乗りバス「Autonom Shuttle」のキャンパス内走行テストを実施した。2017年からは自動運転輸送システム企業 2GetThere とシンガポールの公共交通会社の SMRT と完全自動運転シャトルバスを Mobility as a Service (MaaS) としてキャンパスの一部で運行している。これを利用するためのアプリ「Jalan Jalan」は、豊田通商も出資しているスタートアップ企業、mobilityX が開発した。

最近では、ボルボと共同開発した長さ 12 メートルの自動運転電気バスを 2019 年 3 月に発表した。1 階建てのボルボ 7900 電気バスを原型とし、座席数は 36 席で、温暖化ガスの排出量はゼロ。同規模のディーゼル車と比べ、エネルギー消費量は 80% 少ない。バスに設置した多数のセンサーと人工知能 (AI) システムで運転を制御する。搭載するのは Lidar (光検出と測距=ライダー) センサー、3 次元 (3D) 映像を撮影するステレオカメラ、複数のデータソースを用い 1 センチメートルまで測位性能を高めた最先端の全世界測位システムなど。センサーや測位システムを管理する AI システムは NTU の研究者が開発したもので、交通量の多い道路や熱帯気候といった環境での自動運転も可能だという。



ボルボと開発した自動運転バス

写真提供：LTA/NTU

5. 自動運転で海外市場も視野に

政府系の ST Engineering もシンガポールの自動運転車の発展の中核を担っている。前掲の表のとおり、2015 年のガーデンズ・バイ・ザ・ベイのシャトルバス (注 4) に続き、セントーサ島でも実証実験を行っている。2019 年 10 月にガーデンズ・バイ・ザ・ベイで開始したオンデマンド型シャトル

バス「オート・ライダー」の第二世代車両の運行では、ウィラー、三井物産のシンガポール子会社でカーシェアリング事業を展開するカー・クラブと提携。フランスのナビヤ (Navya) が設計・製造した電気自動シャトルバスが使われている。

ST Engineering はバスそのものは製造しておらず、自動運転キットをバスに統合する。フィンランドの電気自動車メーカー Linkker と提携して、NTU/ボルボに続き、12 メートルの自動運転バスを開発した。ジュロン島での実証実験が 2019 年に実施された。2019 年 3 月には中国の電気バスメーカー、BYD とも提携した。

同社は国内市場だけではなく海外市場も視野に入れている。シーメンス、SBS トランジット (シンガポールの公共交通オペレーター)、ウィラー (日本の高速バスオペレーター)、セーフライド (自動車のサイバーセキュリティ技術を開発するイスラエルのスタートアップ企業)、ライド OS (サンフランシスコの自動運転車向けのアプリ開発のスタートアップ企業) 等とコンソーシアムを組み、商用化と輸出を目指している。

ST Engineering は 5 メートル、7 メートルの自動運転バスも開発しており、5 メートルのものは幅広い導入が可能な状態になっている。近い将来、日本にも導入する計画だという。東京と新潟の佐渡島が候補に挙がっている。ST Engineering Land Systems の自動運転事業の主任を務めるタン・グアンホン博士は、2019 年 12 月の JETRO とのインタビューで、シンガポールも数十年後には日本と同じように高齢化に直面することになるため、日本での実証実験により、高齢者の輸送への対応を学ぶことができると述べている。

6. 他国の事情

一方、他の東南アジア諸国も自動運転車の開発、導入に関心を見せている。マレーシアでは Universiti Teknologi MARA (UiTM) が研究目的の自動運転車を開発、Universiti Teknologi Malaysia (UTM) がシンガポールの自動運転技術開発企業、ムービタ (MooVita) と共同で、プロトン車にセンサーとカメラを取り付けて自動運転車に改造し、走行テストも行った。2019 年 1 月の報道によると、ムービタのマレーシア法人、e ムービタ・テクノロジーは、オンデマンドの電気シャトルバスサービスを行政首都プトラジャヤとその隣接地の科学技術都市サイバージャヤで 2020 年末までに導入することを目指し、資金調達中だという。

タイでは、国立科学技術開発庁 (NSTDA)、スタートアップ企業の Airovr と Airovr に出資しているベンチャーキャピタルのシリ・ベンチャーズが、バンコクの住宅地で、2019 年第

4 四半期から 2020 年 6 月まで自動運転トックトックの実証実験を実施した。ベトナムではソフトウェア大手の FPT ソフトウェアが 2019 年 11 月に、ハノイ郊外の住宅地で自動運転のデモを行った。インドネシアでは、ジョコ大統領がカリマンタン島に開発予定の新首都では、電気自動車と自動運転車しか認めないと発言しているが、具体的な策は発表されていない。

しかしいずれもシンガポールに比べれば実証実験も開発もほど遠く、シンガポールが 2 位にランクされている「自動運転車対応指数 2019（大手会計会社 KPMG が 2019 年 6 月に発表）」で名前が挙がっている国はない。

自動車産業を持たないながら、国を挙げての支援、制度の整備等で外国企業も取り込んでいるシンガポールの取り組みが今後も注目される。

注

注 1) ITSS (Intelligent Transport Society of Singapore) は、インテリジェント交通システムを促進するため、官民により 2001 年に設立された団体。

<https://www.itssingapore.org.sg/about-us/>

注 2) ニュートノミーはその後、2017 年に米国の自動車部品大手のデルファイ・コーポレーションに買収された。デルファイはデルファイ・オートモティブとデルファイ・テクノロジーズに分社化され、ニュートノミーを吸収したデルファイ・オートモティブ 2017 年 12 月にアプティブに社名を変更している。

注 3) 完成は 2022 年の予定だが、シーメンス、ボッシュ等大手企業が進出を決めている。現代自動車もここにモビリティ・イノベーションセンターを設立する。

注 4) 実証実験の実施主体はガーデンズ・バイ・ザ・ベイ

参考文献

- 1) LTA website: <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en.html>
- 2) NTU website: <https://www.ntu.edu.sg/Pages/home.aspx>
- 3) EDB website: <https://www.edb.gov.sg/>
- 4) MOT website: <https://www.mot.gov.sg/>
- 5) ST Engineering website:
<https://www.stengg.com/en/singapore-technologies-engineering/>
- 6) Smart Nation website: <https://www.smartnation.gov.sg/>
- 7) Thailand NSTDA website: <https://www.nstda.or.th/>
- 8) FPT Software website: <https://www.fpt.com.vn/en/>
- 9) Straits Times: <https://www.straitstimes.com/>
- 10) Business Times Singapore:
<https://www.businesstimes.com.sg/>
- 11) Channel News Asia: <https://www.channelnewsasia.com/>
- 12) New Straits Times: <https://www.nst.com.my/>
- 13) The Edge Market: <https://www.theedgemarkets.com/>
- 14) ジェトロ「持続可能なクルマ社会へ、自動運転の導入に向けたさまざまな取り組み」2019 年 12 月 27 日
<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2019/910ec0616d4fe1eb.html>
- 15) 日経 BP 総研 クリーンテックラボ「第 27 回 シンガポール——市民サービスをスマート化、新モビリティサービスの実験場に」2019 年 3 月 25 日
<https://project.nikkeibp.co.jp/atclppp/PPP/080200047/031500036/?P=1>
- 16) 豊田通商プレスリリース 2017 年 2 月 23 日
https://www.toyota-tsusho.com/press/detail/170223_003916.html
アクセス日 ; いずれも 2020 年 6 月 22 日～7 月 3 日の間