

CLAIR REPORT No.481

シンガポールの移動弱者対策 ～公共交通への情報通信技術の活用～

Clair Report No.481(Mar 26, 2019)

(一財)自治体国際化協会 シンガポール事務所



一般財団法人

自治体国際化協会

「CLAIR REPORT」の発刊について

当協会では、調査事業の一環として、海外各地域の地方行財政事情、開発事例等、様々な領域にわたる海外の情報を分野別にまとめた調査誌「CLAIR REPORT」シリーズを刊行しております。

このシリーズは、地方自治行政の参考に資するため、関係の方々に地方行財政に関わる様々な海外の情報を紹介することを目的としております。

内容につきましては、今後とも一層の改善を重ねてまいりたいと存じますので、ご意見等を賜れば幸いに存じます。

本誌からの無断転載は御遠慮ください。

問い合わせ先

〒102-0083 東京都千代田区麹町 1-7 相互半蔵門ビル

(一財)自治体国際化協会 総務部 企画調査課

TEL: 03-5213-1722

FAX: 03-5213-1741

E-Mail: webmaster@clair.or.jp

はじめに

自治体にとって急速に進展する少子高齢化への対応が喫緊の課題であることは言うまでもない。

少子高齢化に伴う課題は多種多様であるが、その1つとして移動弱者問題が挙げられる。運転免許証の返上等により自家用車による移動ができない高齢者が増える一方、少子化や人口流出に伴う利用者の減少により経営環境が悪化し、移動弱者を支えるはずの公共交通が衰退の一途を辿っているのが多くの地方の現状である。

このような状況の中、2018年11月に公表された「経済政策の方向性に関する中間整理」（未来投資会議、まち・ひと・しごと創生会議、経済財政諮問会議、規制改革推進会議）においては、AIやIoT、センサー、ロボット、ビッグデータといった第4次産業革命がもたらす技術革新を積極的に取り入れ、次世代モビリティを推進して「移動弱者ゼロ」を目指すことが示されたところである。具体的には、AI等を活用した効率的な配車、市町村管理による自家用車の有償運送、完全自動運転などといった取組みの実現に向けて必要な検討が引き続き行われる予定である。

移動弱者問題は、日本を凌ぐスピードで高齢化が進むシンガポールにおいても大きな課題である。この問題に対する政府のアプローチの1つが、ビッグデータやモノのインターネット（IoT）などの最新の情報通信技術（ICT）を活用した対策である。

シンガポールは2014年にスマート・ネーション構想を掲げ、全国土を舞台に様々な分野で最新の情報通信技術を活用した先進的な実験を続けている。交通分野はその重点5分野の1つとして掲げられている。既に公道での自動運転車の走行実験、オンデマンドバスの実証実験を始めるなど、シンガポールはこの分野において世界の先頭集団を走っていると言っても過言ではない。

そこで今回、シンガポールが移動弱者対策として最新の情報通信技術を公共交通にどのように活用しようとしているのか調査を行い、日本国内における取組状況を踏まえた上で自治体の参考になる情報を整理した。

全国の自治体にとって急速に進展する高齢化への対応が喫緊の課題となる中、本稿を高齢者にも住み良い社会の実現に向けた一つの道しるべとしてご活用いただくとともに、内容改善のためのご指摘やご教示をいただければ幸いである。

一般財団法人自治体国際化協会シンガポール事務所長

目 次

はじめに	1
概要	3
第1章 シンガポールの高齢化の現状	4
第1節 外国人を含む人口の推移	4
第2節 高齢化の推移	4
第3節 高齢化を成功裏に迎えるためのアクションプラン (Action Plan For Successful Ageing)	6
1 概要	6
2 交通分野 (Transport) における計画	7
第4節 移動弱者対策としての情報通信技術 (ICT) の活用	8
第2章 スマート・ネーション (Smart Nation) 構想	9
1 都市生活 (Urban Living)	9
2 交通 (Transport)	9
3 健康 (Health)	10
4 電子政府 (Digital Government Services)	10
5 起業・ビジネス支援 (Startups And Businesses)	10
第3章 情報通信技術を活用した自動運転車の開発	11
第1節 自動運転車 (Autonomous Vehicles)	11
1 シンガポールにおける自動運転車の開発事例	11
2 ガーデズバイザベイ (Gardens by the Bay) における自動運転車の活用	13
第2節 オンデマンドバス (On-demand shuttle)	14
1 ビーライン (Beeline SG)	14
2 オンデマンド公共バス (On-demand public bus trial)	17
2-2 グラブシャトル・プラス (GrabShuttlePlus)	20
3 自動運転シャトルバス (Autonomous shuttles on Sentosa)	22
第4章 移動弱者対策としての自動運転車の導入に向けて	23
第1節 日本国内における取組状況	23
1 官民 ITS 構想・ロードマップ (IT 総合戦略本部)	23
2 国土交通省自動運転戦略本部 (国土交通省)	24
3 都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会 (国土交通省)	25
第2節 シンガポールの事例を踏まえて	29
1 将来目指すべきはオンデマンド自動運転バスの導入	29
2 ビーラインによる公共交通データの収集・公開	30

※参考文献

※用語解説

概 要

2018 年 6 月 30 日現在、シンガポールにおける国民及び永住権取得者（PR:Permanent Resident）の総人口は 3,994,283 人で、そのうち 65 歳以上の高齢者人口は過去最高の 547,854 人となっている（高齢化率：13.7%）。シンガポールは日本以上に少子化が進んでおり、今後急速に高齢化率が上昇する。2019 年に 14%に達し、その約 35 年後に 35%を超えると見込まれている。日本は 1994 年に 14%に達して以降、35%を超えるのは 2035 年頃と見込まれており、約 40 年を要している。いかにシンガポールの高齢化のスピードが速いかが分かる。

日本と同様、シンガポールにおいても高齢化対策は喫緊の課題であり、移動弱者対策も大きな関心事の 1 つである。この問題に対する政府のアプローチの 1 つが、ビッグデータやモノのインターネット（IoT）などの最新の情報通信技術（ICT）を活用した対策である。

本稿では、2014 年にスマート・ネーション構想を掲げ、全国土を舞台に先進的な実験を続けるシンガポールが、それをどのような形で移動弱者対策として活用しようとしているのか調査した。

第 1 章ではシンガポールの高齢化の現状を日本と比較する形でまとめた。

第 2 章ではスマート・ネーション構想の概要を紹介し、第 3 章では同構想に基づき、シンガポールが移動弱者対策として最新の情報通信技術を公共交通にどのように活用しようとしているのか具体的取組事例を紹介した。

第 4 章では、日本国内における取組状況を踏まえた上で、自治体が移動弱者対策として自動運転車の導入を検討するに当たり、シンガポールの事例から参考にできる情報を整理した。

なお、特に断りのない限り、為替レートは 1 シンガポールドル（S\$）＝80 円で計算している。

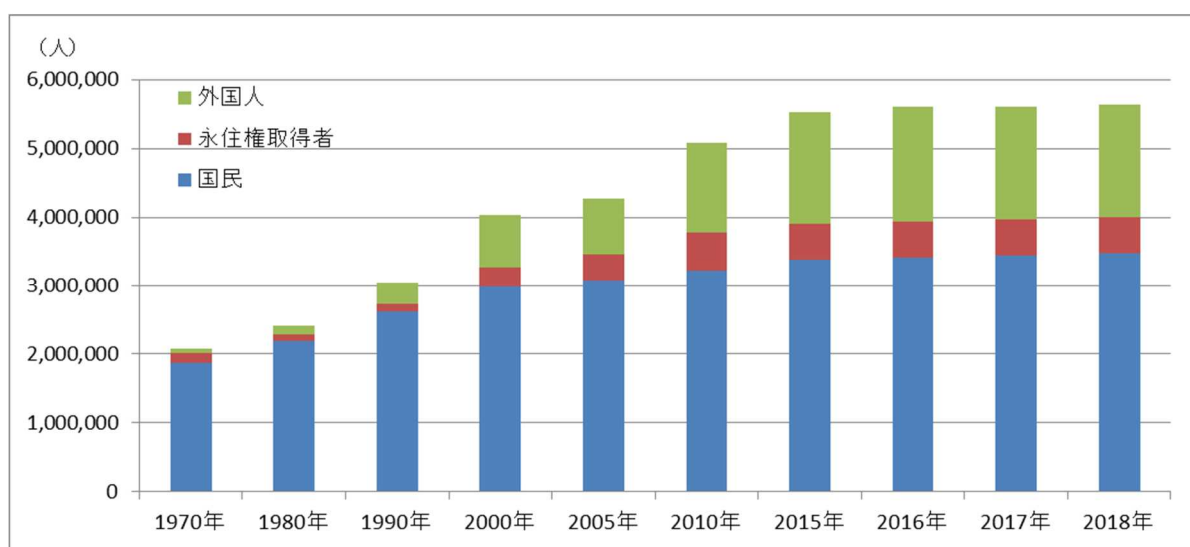
また、当レポートにおける専門用語については、巻末に整理した。

第1章 シンガポールの高齢化の現状

第1節 外国人を含む人口の推移

シンガポール統計局が発表した2018年6月30日現在の人口統計によると、外国人を含む人口は5,638,676人となり、15年連続の人口増となった。ただし、表1から分かるとおり、近年の人口増は外国人及び永住権取得者の増加によるところが大きい。また、国民の増加もその多くが永住権取得者のシンガポール国籍取得によるところが大きいのが実態である。

【表1：シンガポールの人口推移】



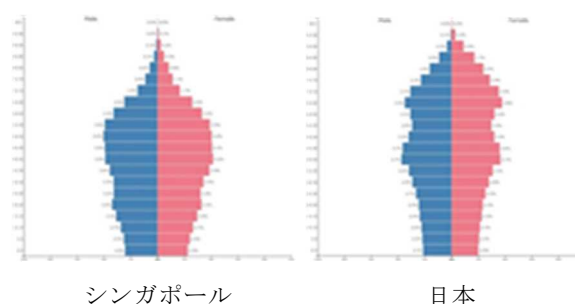
年	1970年	1980年	1990年	2000年	2005年	2010年	2015年	2016年	2017年	2018年
国民	1,874,778	2,194,280	2,623,736	2,985,886	3,081,001	3,230,719	3,375,023	3,408,943	3,439,177	3,471,936
永住権取得者	138,785	87,845	112,132	287,477	386,813	541,002	527,667	524,616	526,619	522,347
外国人	60,944	131,820	311,264	754,524	797,948	1,305,011	1,632,312	1,673,724	1,646,457	1,644,393
総人口(外国人含む)	2,074,507	2,413,945	3,047,132	4,027,887	4,265,762	5,076,732	5,535,002	5,607,283	5,612,253	5,638,676

出典：シンガポール統計局 Web ページ (Population and Population Structure)

第2節 高齢化の推移

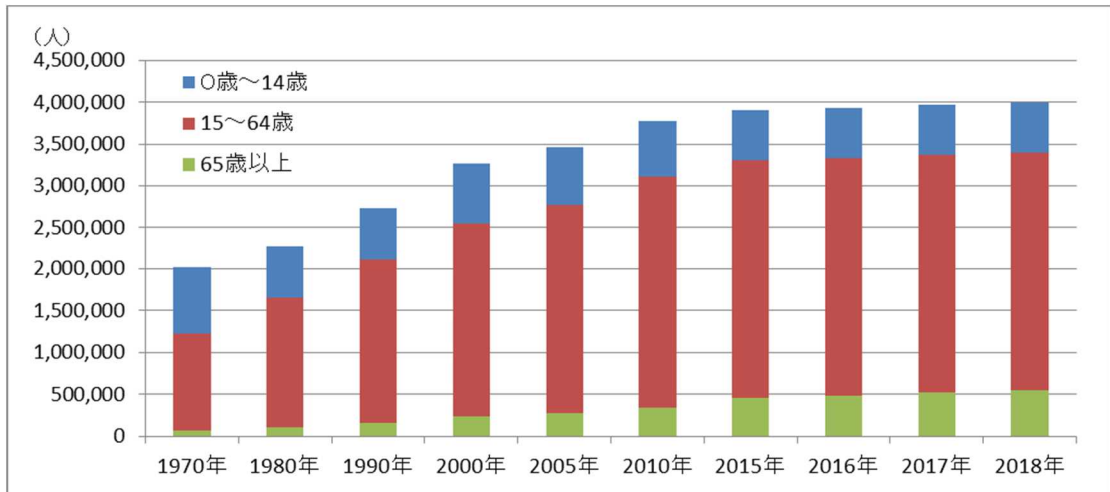
表2は、シンガポールの国民及び永住権取得者の総人口を年齢別（65歳以上、15～64歳、0～14歳）に区分したグラフである。2018年6月30日現在、当該総人口は3,994,283人で、そのうち65歳以上の高齢者人口は過去最高の547,854人（高齢化率：13.7%）、平均年齢は40.8歳となっている。

【図1：シンガポールと日本の人口ピラミッド】



出典：国連「2015 Revision of World Population Prospects」を
基に <https://populationpyramid.net/> が作成

【表 2：シンガポールの年齢別人口】



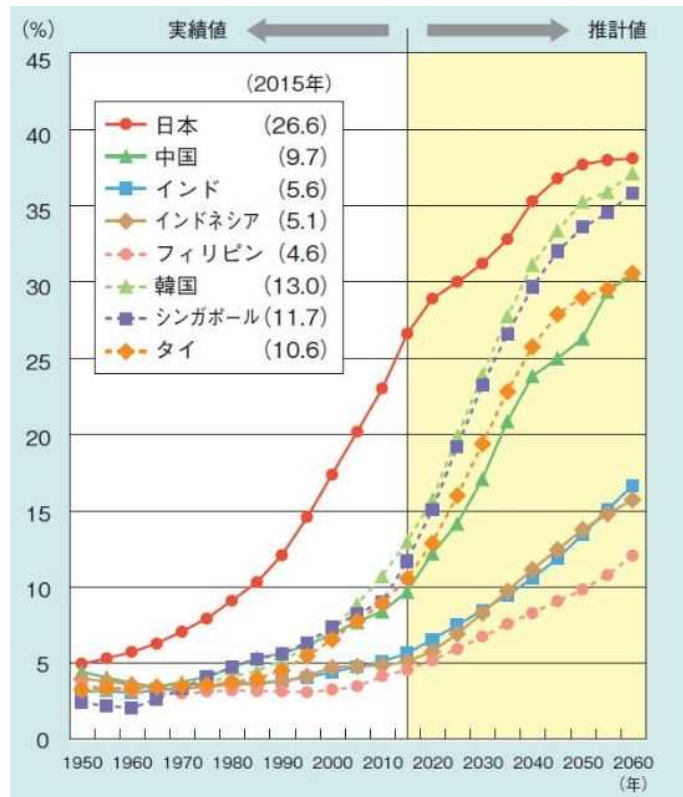
年	1970年	1980年	1990年	2000年	2005年	2010年	2015年	2016年	2017年	2018年
0歳～14歳	787,789	630,616	628,153	717,631	695,319	654,409	602,415	596,164	594,481	591,124
15～64歳	1,157,629	1,539,576	1,943,265	2,320,436	2,492,802	2,778,925	2,840,560	2,849,825	2,854,623	2,855,305
65歳以上	68,145	111,933	164,450	235,296	279,693	338,387	459,715	487,570	516,692	547,854
総人口	2,013,563	2,282,125	2,735,868	3,273,363	3,467,814	3,771,721	3,902,690	3,933,559	3,965,796	3,994,283

出典：シンガポール統計局 Web ページ (Population and Population Structure)

図 2 はシンガポールを含むアジア各国と日本の高齢化率の推移、図 3 はシンガポールと日本の合計特殊出生率の推移を比較したグラフである。

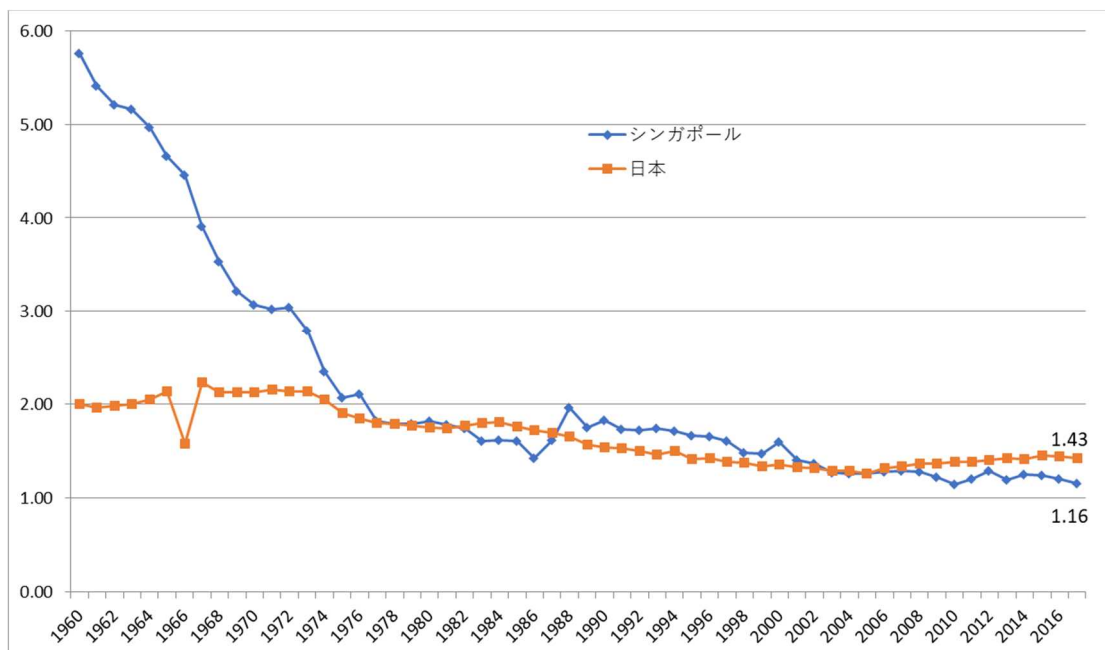
シンガポールは日本以上に少子化が進んでおり、今後急速に高齢化率が上昇する。2019 年に 14%に達し、その約 35 年後に 35%を超えると見込まれている。日本は 1994 年に 14%に達して以降、35%を超えるのは 2035 年頃と見込まれており、約 40 年を要している。いかにシンガポールの高齢化のスピードが速いかが分かる。

【図 2：アジア各国と日本の高齢化率の推移】



出典：内閣府「平成 30 年版高齢社会白書」

【図 3：シンガポールと日本の合計特殊出生率の推移】



出典：シンガポール統計局 Web ページ (Population and Population Structure)

総務省統計局 Web ページ (人口動態調査)

第 3 節 高齢化を成功裏に迎えるためのアクションプラン (Action Plan For Successful Ageing)

1 概要

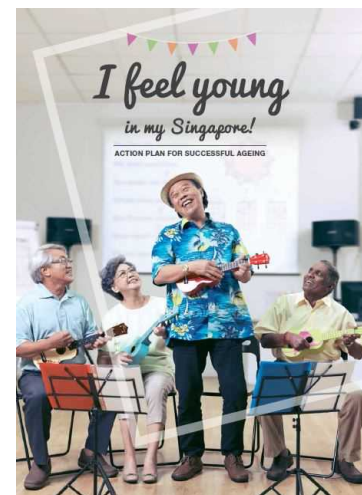
このような高齢化の現状を踏まえ、シンガポールでは高齢化に関する関係省庁連絡会議

(MCA: Ministerial Committee on Ageing)¹が 2016 年 2 月に「高齢化を成功裏に迎えるためのアクションプラン (Action Plan For Successful Ageing)」を公表した。雇用、生涯学習、健康増進、介護、住宅、交通など 12 の分野で構成されており、約 70 の取組みがこのプランに基づいて実施されている。

また、“A Successfully Ageing Singapore” という方針が掲げられ、次の 3 つがシンガポールの目指す姿として示されている。

- ・全ての世代への機会の創出 (Opportunities for all ages)
- ・世代間の調和と団結 (Kampong for all ages)
- ・住み慣れた街で健康的に暮らす (City for all ages)

【図 4：アクションプランの表紙】



¹ 高齢化に関する関係省庁連絡会議 (Ministerial Committee on Ageing)

2007 年に設立された省庁横断的組織。首相府の大臣が議長を務め、関係省庁の大臣クラスがメンバー。

これを実現するための主な取組みは表3のとおりである。

【表3：アクションプランに掲げる主な取組み】

全ての世代への機会の創出	世代間の調和と団結	住み慣れた街で健康的に暮らす
・再就職年齢を65歳から67歳へ引き上げ。 ・40歳以上の労働者を対象に、職場健康プログラムを実施。 ・高齢者向けの生涯教育支援として「ナショナル・シルバー・アカデミー」を開設。約3万人分の公開講座を提供。 ・シニアボランティアを約50,000人追加登用。	・約50の地域で家庭訪問プログラムを実施し、高齢者の社会からの孤立を防止。 ・高齢者向け施設と保育施設を複合した施設を約10カ所新設。世代間の交流を促進。	・2015～2020年に、コミュニティ病院のベッド数を現在の2倍に拡大。高齢者介護施設の収容力を70%拡大。 ・国立研究財団は、高齢化に関する研究費として最大2億S\$を活用。

出典：JETRO シンガポール事務所「ヘルシーライフスタイル シンガポール版」（2018年3月）

2 交通分野（Transport）における計画

少子高齢化に伴う課題は多種多様であるが、本稿ではその1つである移動弱者問題に係るシンガポールの取組みに焦点を当てる。

移動弱者とは、日本大百科全書によると「自動車中心の社会において、年少者、要介護者、一部の高齢者や障害者など、自分で運転することができず、自家用の交通手段がないため公共交通機関に頼らざるを得ない人。とくに公共交通機関が整備されていないため、買い物など日常的な移動にも不自由を強いられている人」のことである。

移動弱者問題は、日本を凌ぐスピードで高齢化が進むシンガポールにおいても大きな課題として認識されている。

「高齢化を成功裏に迎えるためのアクションプラン」においては、シンガポール陸上交通庁（LTA: Land Transport Authority）が「歩行空間（Walking）」、「バス（Buses）」、「MRT 駅（MRT Stations）」の3つの分野で16の取組みを実施することとしている。その主な取組みは表4のとおりである。

ただし、表4からすぐに分かるとおり、このアクションプランに掲げられている取組みは高齢者に優しい交通システム（Senior-Friendly Transport）を構築するためのエレベーターやベンチの設置、バリアフリー化などといった日本の自治体でも既に取り組まれているものが多く、高齢者の交通手段そのものを変革するための取組みは含まれていない。

【表 4：アクションプランに掲げる主な取組み（交通分野）】

歩行空間	バス	MRT 駅
・ 2020 年までに 35 カ所のシルバーゾーンを新設。 ・ 2018 年までに 41 の歩道橋にエレベーターを新設。 ・ 歩道へのベンチの設置。	・ 全てのバスをバリアフリーに切り替え。 ・ 折りたたみ椅子の導入（車椅子用のスペースの確保）。 ・ 優先待合所の設置。	・ 乗降時間の延長。 ・ 新設駅への椅子の増設。 ・ エレベーターの増設。

出典：高齢化に関する関係省庁連絡会議「高齢化を成功裏に迎えるためのアクションプラン」

第 4 節 移動弱者対策としての情報通信技術（ICT）の活用

移動弱者問題を解決するための交通手段そのものの変革に向けた政府のアプローチの 1 つは、ビッグデータやモノのインターネット（IoT）などの最新の情報通信技術（ICT）を活用した対策である。

シンガポールは 2014 年にスマート・ネーション構想を掲げ、全国土を舞台に様々な分野で最新の情報通信技術（ICT）を活用した先進的な実験を続けている。交通分野（Transport）はその重点 5 分野の 1 つとして掲げられている。既に公道での自動運転車の走行実験、オンデマンドバスの実証実験を始めるなど、シンガポールはこの分野において世界の先頭集団を走っていると言っても過言ではない。

そこで以下では、シンガポールが移動弱者対策として最新の情報通信技術を公共交通にどのように活用しようとしているのか調査を行い、日本国内における取組状況を踏まえた上で自治体の参考になる情報を整理した。

なお、自動車関連産業が集積している自治体においては、シンガポール政府が民間事業者や大学等と連携してイノベーションを起こし、競争優位を保つために講じている政策、法整備、研究開発支援、起業支援などにも関心があると思われるが、この点については本稿では割愛しているので予めご了承ください。

第2章 スマート・ネーション (Smart Nation) 構想

2014年8月17日、リー・シェンロン首相は独立記念スピーチ (National Day Rally) において、最新の情報通信技術を導入して国民により良い生活を提供する世界初の「スマート・ネーション (Smart Nation)」を目指すと発表した。

【図5：スマート・ネーション構想のロゴ】

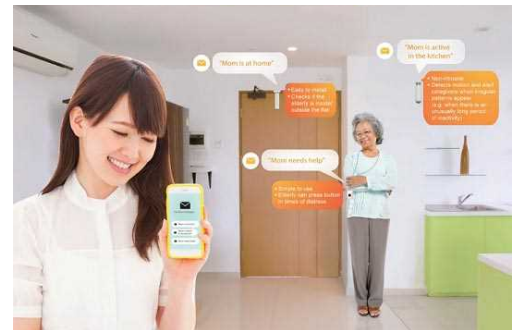


この構想を推進するため、スマート・ネーション・デジタル政府室 (SNDGO : Smart Nation and Digital Government Office) が設置され、2019年1月現在、以下の5つを重点分野に定めて各種取り組みが進められている。

1 都市生活 (Urban Living)

- ・家庭の水道使用量を管理するアプリ (Automated Meter Reading (AMR) Trial)
- ・リアルタイムで天気、紫外線、ヘイズ等の情報を取得できるアプリ (myENV app)
- ・公共サービスの問題点をリアルタイムで政府に送信できるアプリ (OneService App)
- ・住宅に設置したセンサーにより高齢者の異常を感知し報告するモニタリングシステム (Smart Elderly Alert System)
- ・国内全土を詳細に表示する3次元地図 (Virtual Singapore)

【図6：Smart Elderly Alert System】



出典：SNDGO Web ページ

2 交通 (Transport)

- ・自動運転車の走行試験 (Autonomous Vehicles)
- ・非接触式の料金支払い方法の導入 (Contactless fare payment for public transport)
- ・オンデマンドバス (On-demand shuttle)
- ・陸上交通庁が集めた交通データの一般公開 (Open Data & Analytics for Urban Transportation)
- ・自動運転車に関する最先端研究² (Spearheading research in standards for SDVs)

【図7：Contactless fare payment】



出典：SNDGO Web ページ

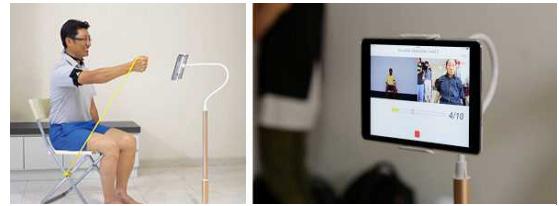
² 自動運転車に関する最先端研究

シンガポール陸上交通庁は、2016年8月に南洋理工大学 (NTU) 内に広さ約 20,000 m²の自動運転車のテストセンター「CETRAN: The Centre of Excellence for Testing & Research of AVs – NTU」とテストサーキット「CETRAN Test Circuit」を設置し、公道実験前の自動運転車両の性能試験を支援している。

3 健康 (Health)

- ・ドローンなどの最新技術やロボットを活用した健康管理支援 (Assistive Technology and Robotics in Healthcare)
- ・受診履歴や健康に有用な情報にアクセスできるポータルサイト (HealthHub)
- ・遠隔医療 (診察、リハビリテーション) (TeleHealth)

【図 8 : 遠隔リハビリシステム】



出典 : SNDGO Web ページ

4 電子政府 (Digital Government Services)

- ・ビジネスをする上での政府への助成金申請やライセンス申請をスムーズに実施できるポータルサイト (Business Grants Portal & LicenceOne)
- ・AI や ICT、データサイエンスの技術者養成施設 (CentEx: Centre of Excellence)
- ・HDB を売買できるポータルサイト (HDB Resale Portal)
- ・子育て世代に有用な情報を提供するアプリ (Moments of Life (Families))

5 起業・ビジネス支援 (Startups And Businesses)

- ・シンガポールの法人や団体の情報管理を電子化 (CorpPass)
- ・フィンテック産業の育成のため現行法の規制を一時的に停止 (FinTech Sandbox)
- ・貿易事務を効率的にできるプラットフォーム (Networked Trade Platform (NTP))
- ・プンゴルデジタル地区 (Punggol Digital District (PDD)) の開発³

【図 9 : Punggol Digital District】



出典 : SNDGO Web ページ

³ プンゴルデジタル地区 (Punggol Digital District (PDD)) の開発

シンガポール北東部のプンゴル地区をデジタル産業やサイバーセキュリティ産業の集積地として開発し、最大 28,000 人のデジタル関連の雇用を創出する計画。

第3章 情報通信技術を活用した自動運転車の開発

第2章で紹介した取組みのうち、シンガポールが移動弱者対策としての活用も念頭に開発を進めているのが、自動運転車とオンデマンドバスの2つである。

第1節 自動運転車 (Autonomous Vehicles)

シンガポールは、交通体系を根本的に変え、住民、とりわけ高齢者や障害者といった移動弱者の生活環境を一変させる可能性を秘めた自動運転技術の開発に力を入れ、これを公共交通にも活用しようと模索している。

自動運転車は世界各国の政府、民間事業者が開発にしのぎを削っている分野であることは言うまでもない。シンガポールはこの競争に勝ち抜くため、政府保有データをオンラインで公開し、規制緩和や各種優遇策を通じて自国を研究開発の実験場として活用させる (Living Laboratory) ことにより多くの民間事業者や大学等と連携している。以下はその一例である。

1 シンガポールにおける自動運転車の開発事例

【表5：シンガポールにおける自動運転車の開発事例（公道実験開始済み）】

開発主体	車種	公道実験開始	実験場所
・シンガポール科学技術研究庁 (A*STAR)	普通乗用車	2015年7月	ワン・ノース地区
・シンガポール国立大学 (NUS) ・シンガポール-マサチューセッツ工科大学研究 技術連携 (SMART)	普通乗用車	2015年9月	ワン・ノース地区
・nuTonomy ※民間事業者初の公道実験	普通乗用車	2016年4月	ワン・ノース地区

出典：SNDGO Web ページ

【表6：シンガポールにおける自動運転車の開発事例（私道での一般利用開始済み）】

開発主体	車種	概要
・ガーデンズバイザベイ ・STエンジニアリング	バス (定員10名)	・詳細は後述。
・南洋理工大学 (NTU) ・SMRT サービスズ ・2 ゲットゼア・ホールディ ングス	バス (定員24名)	・2019年中にキャンパス内の学生寮と校舎の間の約 500m で運行開始予定。最高時速 40km。 ・道路にはバスの位置を正確に把握できるよう小型マグ ネットを埋め込み。

出典：SNDGO Web ページ

【図 10：nuTonomy の自動運転車】



出典：SNDGO Web ページ

【図 11：南洋理工大学のバス】



出典：南洋理工大学 Web ページ

【表 7：シンガポールにおける自動運転車の開発事例（公道実験に向けて準備中）】

開発主体	車種	概要
・シンガポール陸上交通庁 (LTA) ・ST キネティクス	バス (定員 40 名)	・2020 年までに路線バスとして導入する計画。 ・GPS、ソナー、レーダーが装備され、200m 先の車両や歩行者を感知しながら走行。 ・30mm/時の豪雨でも走行できるよう改良中。
・シンガポール運輸省 (MOT) ・PSA インターナショナル	トラック	・港湾での無人トラック隊列走行システムの開発。 ・現在は、人間が運転する先導車の後に無人トラックの隊列が続く試験を実施中。
・カトゥーン・ナティール ・VDL グループ	トラック	・2017 年からジュロン島にて 12 台の無人トラックの走行試験を実施中。 ・島内の化学プラントで、道路にセンサーを埋め込んだ 6～8 km の 2 つの区間を走行。

出典：SNDGO Web ページ、EDB Web ページ

当然のことながら上記の開発事例には企業秘密も多く、研究開発の促進に繋がらない単なる視察は受け入れてもらえないことから、今回は一般利用に供している事例のうち、ガーデنزバイザベイ (Gardens by the Bay)⁴の自動運転車に試乗した。

⁴ ガーデنزバイザベイ (Gardens by the Bay)

シンガポール市内中心部にある広大な 101ha の埋立地に広がる植物園。

2 ガーデズバイザベイ（Gardens by the Bay）における自動運転車の活用

（1）概要

ガーデズバイザベイは、MRT ベイフロント駅からフラワードームまでの約 1.4km を約 5 分で結ぶ自動運転車「オートライダー（Auto Rider）」を運行している。オートライダーはアジア初の完全自動運転車として 2015 年 12 月に投入された定員 10 名（座席は 6 名分）の乗り物で、室内は空調付きである。車両は政府系防衛複合企業である ST エンジニアリングが製造している。毎日 10 時から 12 時までと 14 時から 16 時までの 2 回、20 分おきに運行しており、料金は帰りの園内シャトルバスの乗車券を含めて S\$ 5（400 円）である。乗車中は自動運転技術に関する自動音声ガイドを聴くことができる。

【図 12：オートライダー】



執筆者撮影

（2）試乗した上での考察

2019 年 2 月 19 日（火）10 時 20 分発の便に試乗した。執筆者を除く乗客は 2 名であった。

車両には車椅子 1 台分のスペースがあり、走行中も振動が少なく快適であった。また、車内に設置されたスクリーンでは、オートライダーが来場者も歩行できる園路上に予め設定されたルート上を、誤差 2.5cm 精度の GPS の位置情報を取得しながら走行している様子が確認できた。同乗したガイドに確認したところ、園路にはバスの位置を正確に把握し、GPS による走行を補助するための小型マグネットやセンサーは埋め込まれていないとのことであった。この運行方式であれば、追加の設備投資もなく比較的柔軟にルート変更が可能であることから、近距離の移動弱者対策として十分に活用を検討できるものと思われる。

以上がシンガポールにおける自動運転車の開発事例である。

トラックは物流面での生産性向上に資するものであるので、移動弱者対策としての活用が期待されるのは普通乗用車とバスの自動運転車である。

普通乗用車も身体能力や判断能力に関わりなく利用できる点で革命的であるの言うまでもない。だが、輸送力や料金の面において、自治体が今後のまちづくりを進める上で本命に置くべき次世代公共交通はやはりバスであろう。シンガポールの先進性は自動運転バスの開発に止まらず、これを利用者のデマンド（需要や乗りたいというニーズ）に合わせて運行するオンデマンド自動運転バスとして活用することまで見据えている点に表れている。

第2節 オンデマンドバス (On-demand shuttle)

シンガポールは、ファースト・ワンマイル⁵、ラスト・ワンマイルをより快適にする交通手段として、また高齢者、障害者などの移動弱者対策としてオンデマンド自動運転バスの開発を進めている。

オンデマンド交通は、日本でも既に多くの自治体が主に公共交通不便地において乗合タクシーやコミュニティバスなどの形で導入しているものの、稼働率に比して固定費（主に人件費）が大きいことによる採算性の悪化、運行計画見直しが不十分なことによるサービス低下などの課題があると言われている。

シンガポールはこのような課題を自動運転技術と公共交通データを活用したオンデマンド自動運転バスによって解決しようと試みている。目指しているのは、移動弱者をはじめとする利用者がスマートフォンで自動運転バスを自宅前に呼び出し、目的地まで簡単に、かつ低コストで移動できる社会である。

ただし一足飛びでオンデマンド自動運転バスを実現させるのは技術的に難しく、現在は、①ビーラインという政府が開発したシャトルバス予約アプリを通じた公共交通データの集約及び民間事業者への開放、②利用者のデマンドに合わせてAIが選択した最適ルートを手間が運転するオンデマンド公共バスの試験運行、③定型ルートを利用者のデマンドに合わせて運行する自動運転シャトルバスの試験運行を同時並行で進めている段階である。

【図 13：ビーラインのロゴ】



出典：Beeline SG Facebook ページ

1 ビーライン (Beeline SG)

(1) 概要

ビーラインは、シンガポール陸上交通庁などが 2015 年に開発したシャトルバス予約アプリである。利用者の交通データを匿名化してクラウド上に集約し、民間の交通事業者に開放するためのプラットフォームであり、ビーラインというサービス名のシャトルバスが走っているわけではない。実際にシャトルバスを運行するのは、このプラットフォームを活用する民間の交通事業者である。

【図 14：Grabシャトル】



出典：THE STRAITS TIMES web ページ

⁵ ファースト・ワンマイル、ラスト・ワンマイル

1 マイルは約 1.6km。ただし、ここでは「最初の 1 マイル」、「最後の 1 マイル」という距離的な意味ではなく、「自宅などから交通結節点（鉄道駅、バス停、船着き場など）への移動」、「交通結節点から最終目的地への移動」のことである。

民間の交通事業者はビーラインが提供する交通データを自社技術と組み合わせることにより、より良いサービスの開発が可能になる。2019年1月現在、ビーラインを活用している11社の代表例がGrab (Grab) ⁶である。2017年3月からGrab Shuttle

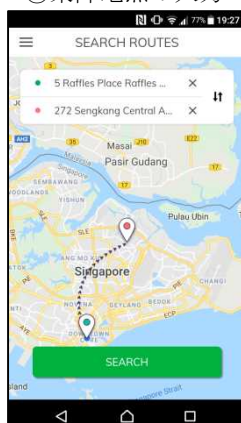
(GrabShuttle) という名称でオンデマンドバスシャトルサービスを提供しており、利用需要に応じて定員13名、23名、40名の車両を使用している。

(2) 利用方法

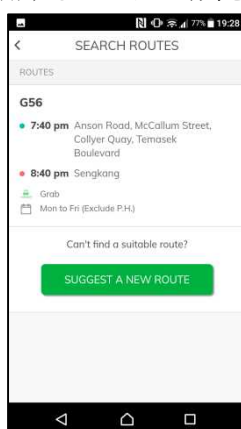
利用者は専用アプリでルートと乗降バス停、初回利用日を選択し、クレジットカードなどで料金を支払えば乗車券を取得することができる(回数券のように初回購入時に一定回数分を購入する必要がある)。その後は利用ごとに、各ルート複数準備されている乗車時刻の中から1つを選択すれば予約完了となる。なお、予約は2週間前から可能となっている。

【図15：予約手順】

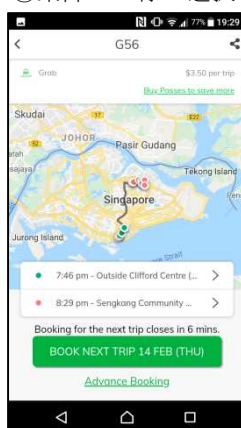
①乗降地点の入力



②利用するルートと時刻を選択



③乗降バス停の選択

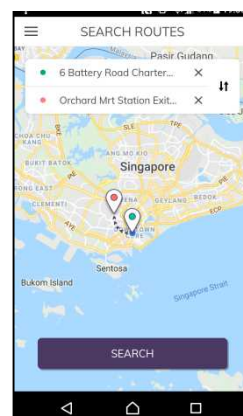


④乗車日の選択

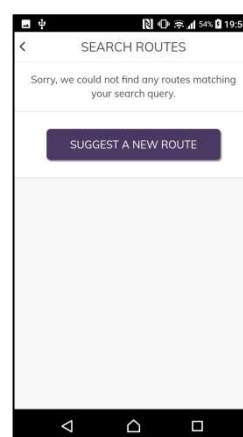
⑤料金の支払い

【図16：ルート提案手順】

①乗降地点の入力

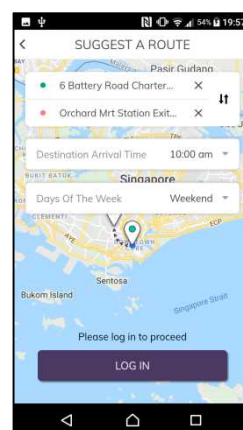


②ルートの新設を提案



③到着希望時刻と利用日

(平日または週末)を入力



⁶ グラブ (Grab)

シンガポールに本社を置き、東南アジア8か国(2019年1月現在)で配車サービスを展開している企業。

このアプリの特徴は、利用者が希望するルートがその時点で提供されていない場合、そのルートの新設を提案できることである。同じルートを希望する利用者が一定数集まれば新規運行ルートとして採用されることになる。なお、シンガポール陸上交通庁に確認したところ、2015年のアプリ開発以降、2019年1月までに80,000を超えるルートの提案があり、348ルートの開設に至ったとのことである（現在は運行を休止しているルートを含む）。

このように、ビーラインを活用したシャトルバスは毎回ある程度の乗客が見込める前提で運行されている。予約が1件も入らなければ運行させる必要もないため、乗客なしで空気だけを運ぶバスが走ることもない。利用したい時にいつでも利用できるという意味での「オンデマンドバス」ではないが、その分料金をタクシーより大幅に安く設定することができる。

利用者にとってのビーラインのメリットをまとめると以下のとおりである。

- ・タクシーと比べると料金が安い。
- ・路線バスと比べると乗車時間が短い。停車するバス停は乗車地域内と降車地域内のそれぞれに数か所設定されるのみであり、途中はノンストップ運行となる。
- ・確実に座ることができる。
- ・予約時にクレジットカードにより支払いが完了する。乗車時はスマートフォンの予約画面を運転手に示すだけでよい。
- ・バスの現在地をリアルタイムで確認できる。
- ・バスの故障等により予約がキャンセルされた場合はSMSを通じてすぐに連絡を受けられる。

【表8：グラブシャトル、タクシー及び路線バスの料金及び乗車時間の比較】

項目	グラブシャトル	タクシー	路線バス
料金	S \$ 3.50 (280 円)	S \$ 30.00 (2,400 円)	S \$ 1.67 (133.6 円)
乗車時間	27 分	20 分	82 分 (乗継時間を含む)

※検索条件は以下のとおり

- ・乗降地点（図15参照）：

Clifford Centre⇒Sengkang Community Club <距離：約20km>

- ・乗車時間帯：平日夜

（3）考察

ビーラインは一定の利用需要が確実にあるルートでのみ運行されている。このため希望する乗降地点を入力しても利用できるルートが見つからないことが多い。仮に見つかったとしても、郊外から市街地への方向は朝方のみ、市街地から郊外への方向は夕方以降のみの運行というルートも多い。

前述のとおり、利用したい時にいつでも利用できるという意味での「オンデマンドバス」ではなく、同じルートを定期的に利用する主に通勤・通学者に適したサービスと言える。移動弱者対策としては、高齢者などが買い物や病院、公共施設など、とりわけ既存の公共交通機関では乗換えが必要になる場所に定期的に通うのに便利なサービスであると思われる。

座席数以上の予約は受け付けないシステムであるため、路線バスのように輸送力のある大型車を準備する必要もない。身の丈にあった運行が可能であり、中小型車を保有するタクシー事業者やバス事業者にとっても車両の稼働率向上に繋がる仕組みである。また、定量的なデータの蓄積による柔軟な運行ルート、運行本数の見直しも可能となる。

2 オンデマンド公共バス (On-demand public bus trial)

(1) 概要

シンガポール陸上交通庁は 2018 年 12 月から 2019 年 6 月までの予定で、利用者の依頼に応じて運行するオンデマンド公共バスの試験運行を国内 3 地域で実施している（車両は通常の路線バスと同じ）。乗客は専用アプリで乗降車するバス停（試験地域内であればどのバス停も利用可）を入力し、提示された乗車時刻で問題なければ「承認」ボタンをクリックして予約を行う。運行ルートは一定ではなく、乗降バス停や利用者数、利用時間、所要時間などを考慮の上、AI が無数の組合せの中から最善のルートを選択する。料金は通常の路線バス乗車時と同様、EZ リンクカードで支払う。

政府はこの試験運行を通じて、ダイナミック・ルーティングとマッチング・アルゴリズムの活用をさらに推し進めることとしている。

【図 17：オンデマンド公共バス】



執筆者撮影

【表 9：オンデマンド公共バス試験運行の概要】

試験地域	試験運行時間	料金	運行会社（アプリ名）
ジュークーン	平日 11:00～15:00、 20:30～23:30	S \$ 0.83 (66.4 円)	SBS トランジット社 (BusGo) 
マリーナ・ダウンタウン	平日 11:00～15:00、 20:30～23:45		SMRT バシーズ社 (BusNow) 
中央ビジネス地区（CBD）から ベッドock、タンピネスまで （一方向のみ）	金曜日、土曜日、 祝祭日前 23:30～02:00	S \$ 4.50 (360 円)	

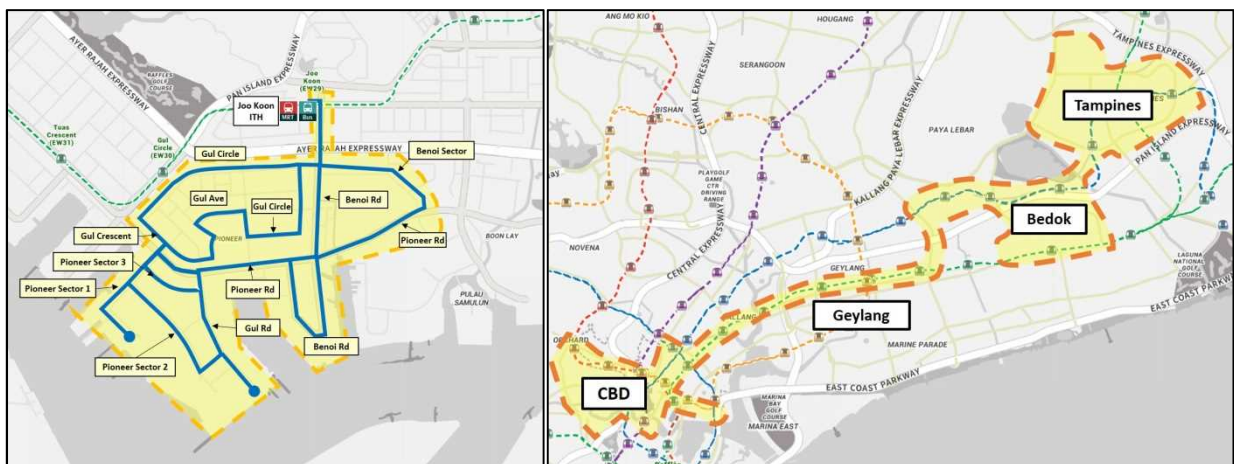
出典：シンガポール陸上交通庁 Web ページ (ON-DEMAND PUBLIC BUS TRIAL)

【図 18：試験地域】



ジュークーン

中央ビジネス地区（CBD）からベドック、タンピネスまで



※マリーナ・ダウンタウンの地図は次の「（２）試乗」に掲載

出典：シンガポール陸上交通庁 Web ページ（ON-DEMAND PUBLIC BUS TRIAL）

(2) 試乗

ア 内容

乗車日時	2019 年 2 月 19 日（火）午前
試験地域	マリーナ・ダウNTOWN
乗降バス停	Gdns By The Bay (#03371) ⇒Hub Synergy Pt (#03222) ※距離：4.2km
時間経過	11:02 予約完了⇒11:17 乗車⇒11:33 降車
乗客数	0 名（執筆者を除く）
走行ルート (赤矢印)	

イ 考察

正直なところあまり参考になる事例ではなかった。

試験地域内には路線バス網が張り巡らされており、通常運行でもほとんどの場所に乗換え不要で直行できること、試験運行に回している車両台数が少ないため予約後の待ち時間が長くなることから、路線バスにはないメリットが感じられなかった。

また、事前予約ができなかったり、乗降地点を入力した際に「予約できません」とだけメッセージが表示されて理由が示されなかったりと、試験運行とはいえシンガポールらしからぬアプリの精度の低さであった。

日本であればいざ知らず、便利な配車サービスの利用が生活の一部になっているシンガポールにおいては、利用者の支持を得るために改善の余地が大きいと感じたところである。乗車中に運転手に尋ねたところ、日中（11:00～15:00）の乗客は1日当たり5～10名程度であり、予約が入らない間はバスターミナルで待機しているとのことであった。

現行の路線バスをオンデマンドバスに移行するとした場合の効果や課題を調査しているようにも見受けられた。

2-2 グラブシャトル・プラス (GrabShuttlePlus)

(1) 概要

完全な民間事業であるものの当面の移動弱者対策として最も参考になると思われるため、Grabが2017年11月から開始しているGrabシャトル・プラスを紹介する。

Grabシャトル・プラスは、朝夕のピーク時以外は比較的移動人口が少ないシンガポール東部の10地区において、毎日6時から22時まで運行されている。

基本的な仕組みは前述したオンデマンド公共バスと同じである。利用者は専用アプリで乗降車する場所(運行地域内であれば地区をまたいでの乗降車も可能)を入力し、提示された乗車時刻の中から1つを選択すれば予約完了となる。国内全土で配車サービスを展開している強みを生かし、定員4名～40名の車両を組み合わせることでサービスを最適化している。

Grabシャトル・プラスを利用するメリットは以下のとおりである。

- ・3日前から予約可能。手数料は必要になるものの予約のキャンセルも可能。
- ・路線バスと比べると停車する場所が少なくなるため乗車時間が短い。
- ・確実に座ることができる。
- ・バスの現在地をリアルタイムで確認できる。
- ・タクシーと比べて料金が安い。料金はS\$2.8(224円)からの距離制である。
- ・予約時にクレジットカードにより支払いが完了する。乗車時はスマートフォン予約画面を運転手に示すだけでよい。

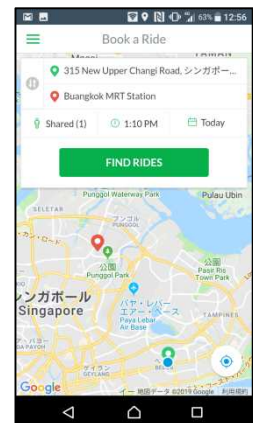
【図19：Grabシャトル・プラスの運行地域】



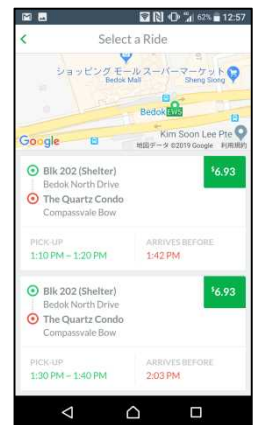
出典：Grabシャトル・プラス Web ページ

【図20：予約手順】

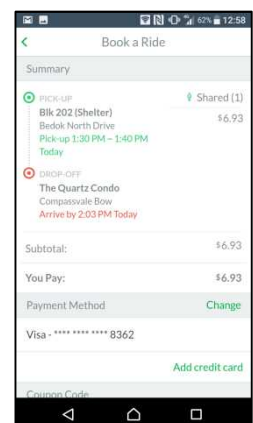
①乗降地点・人数・乗車時刻の入力



②利用するルートと時刻を選択



③料金の支払い



(2) 試乗

【1回目】

乗車日時	2019 年 2 月 19 日（水）午後
乗降場所	Bedok 駅⇒Buangkok 駅 ※距離：12.6km
時間経過	13:00 予約⇒13:50 乗車⇒14:12 降車 ※予約時に提示された乗車予定時間帯は「13:30-13:40」
乗客数	3 名（執筆者を除く）※車両定員は 12 名（トヨタ・ハイエース）
料金	S \$ 6.93（554.4 円） ※タクシー利用の場合の料金の目安：S \$ 16（1,280 円）
走行ルート ※青線等はグーグルマップ検索による最適ルート	

【2回目】

乗車日時	2019 年 2 月 19 日（水）午後
乗降場所	Kampung Lorong Buangkok⇒Punggol 駅 ※距離：10.0km
時間経過	14:50 予約⇒15:04 乗車⇒15:15 他の乗客（3 名）乗車⇒15:25 降車
乗客数	3 名（執筆者を除く）※車両定員は 12 名（トヨタ・ハイエース）
料金	S \$ 5.00（400 円） ※タクシー利用の場合の料金の目安：S \$ 13（1,040 円）
走行ルート (赤矢印) ※青線等はグーグルマップ検索による最適ルート	

(3) 考察

運行本数も多く使い勝手は良い。それでも時間帯によって予約が取りづらいことから、日常使いをしている利用者が多いことが伺える。

新規予約の状況によって絶えず運行ルートが見直されるため、次の乗車者が自分になるまで乗車車両が決まらず、それまで運転手と連絡が取れない上、予約時に示された予定時刻より遅れることもある。ある程度時間に余裕がある層に適したサービスと言えるが、移動弱者対策としてさほど問題になるレベルではない。

むしろ問題は、マンションや戸建て住宅の前など場所が分かりにくく、屋根もベンチもない場所が乗降地点として指定されることが多いことである。バス事業者との連携により乗降地点としてバス停を使えるようになれば移動弱者にとってもより利用しやすいサービスになると思われる。

【図 21：Grabシャトル・プラス】



執筆者撮影

3 自動運転シャトルバス (Autonomous shuttles on Sentosa)

シンガポール運輸省と ST エンジニアリングは、2019 年にセントーサ島で 3 カ月間にわたり、自動運転シャトルバスの試験運行を実施する予定である。5 km の試験運行ルート上において、乗客はスマートフォンでシャトルバスを呼び出すことができる。22 人乗りと 15 人乗りの車両がそれぞれ 2 台ずつ投入される予定で、試験運行に向けて 2018 年 6 月から乗客なしでの路上走行試験が実施されているところである。

【図 22：自動運転シャトルバス】



出典：SNDGO Web ページ

政府としては、この試験運行から得られる知見を生かし、一定地域内の移動性向上策や高齢者、障害者などの移動弱者対策に生かすこととしている。

第4章 移動弱者対策としての自動運転車の導入に向けて

自動運転車は世界各国の政府、民間事業者が開発にしのぎを削っている状況であり、自動運転車が街なかを走り回る時代はそう遠くない未来に確実にやって来る。自動運転車は移動弱者対策のあり方を根本的に変える可能性を秘めているものの、完成車を導入すればすぐにあらゆる課題が解決されるような簡単な話ではなく、最適なサービスを利用者に提供するためには今から相当の準備が必要である。

そこで本章では、日本国内における取組状況を踏まえた上で、自治体が移動弱者対策として自動運転車の導入を検討するに当たり、シンガポールの事例から参考にできる情報を整理する。

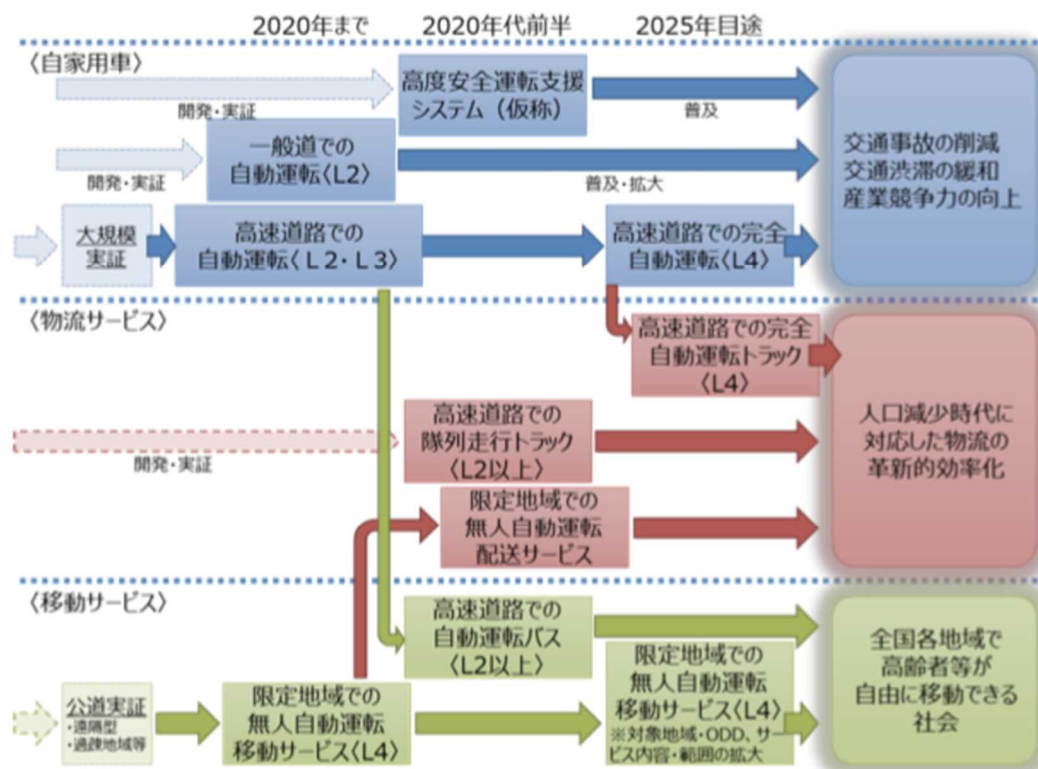
第1節 日本国内における取組状況

1 官民 ITS 構想・ロードマップ(IT 総合戦略本部)

「官民 ITS 構想・ロードマップ」(IT 総合戦略本部決定)は高度道路交通システム(ITS)及び自動運転に係る政府全体の戦略である。高度自動運転を見据えた市場化・サービス化に係るシナリオと目標が設定され、自家用車・物流サービス・移動サービスに分けて、高度自動運転の実現に向けた2025年までのシナリオが策定されている。

図23のとおり、移動サービスについては2020年までに限定地域での無人自動運転移動サービス(レベル4)の、2022年以降に高速道路での自動運転バス(レベル2以上)の実現を期待しているところである(自動運転のレベル分けは表10参照)。

【図23：2025年完全自動運転を見据えた市場化・サービス実現のシナリオ】



出典：自動運転戦略本部(第5回会合)資料5

【表 10：自動運転のレベル分け】

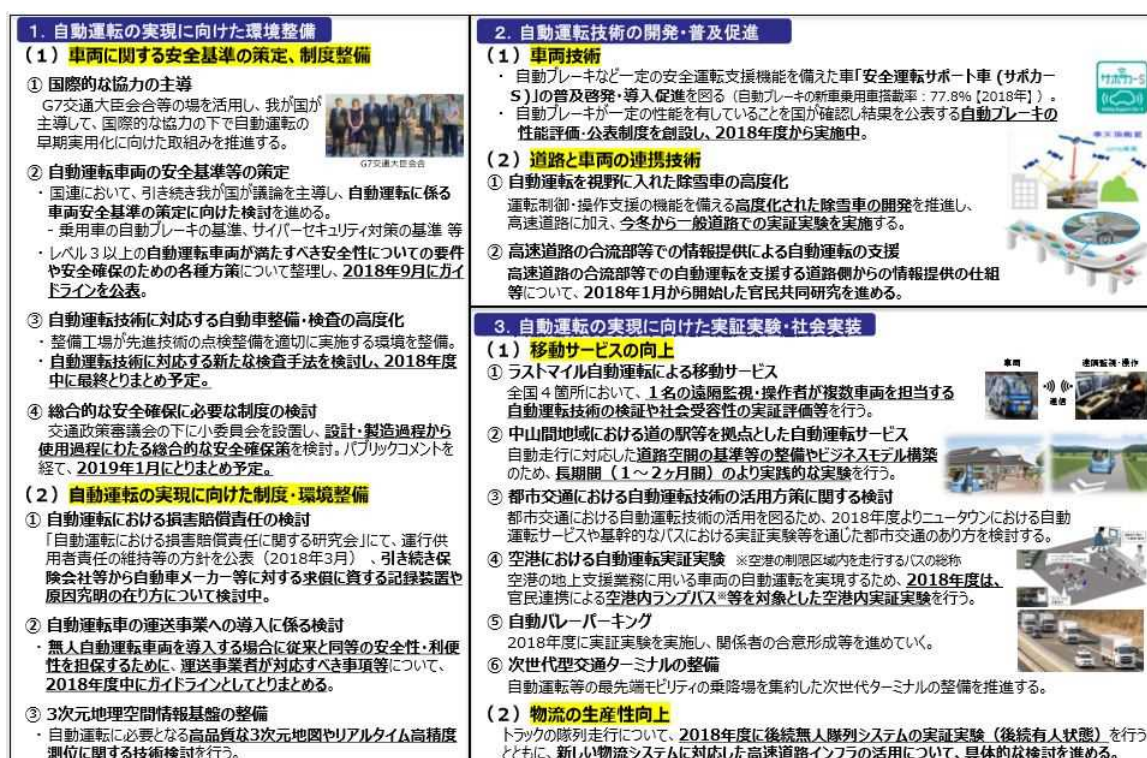
	レベル	内容
システムによる監視	レベル 5	<u>完全運転自動化（限定条件なし）</u> ・システムが全ての運転タスクを実施 ・システムからの要請等に対する応答が不要
	レベル 4	<u>完全運転自動化（限定条件あり）</u> ・システムが全ての運転タスクを実施 ・システムからの要請等に対する応答が不要
	レベル 3	<u>システムの高度化</u> ・加速、操舵、制動を全てシステムが行い、システムが要請したときのみドライバーが対応する状態
ドライバーによる監視	レベル 2	<u>システムの複合化（高機能化）</u> 【例】高速道路での自動運転モード機能 ①遅いクルマがいれば自動で追い越す ②高速道路の分合流を自動で行う <u>システムの複合化（レベル 1 の組合せ）</u> 【例】車線を維持しながら前のクルマに付いて走る
	レベル 1	<u>単独型</u> ・加速、操舵、制動のいずれかの操作をシステムが行う状態 【例】自動で止まる（自動ブレーキ） 【例】前のクルマに付いて走る 【例】車線からはみ出さない

出典：自動運転戦略本部(第3回会合)資料 2

2 国土交通省自動運転戦略本部（国土交通省）

交通事故の削減、地域公共交通の活性化、渋滞の緩和、国際競争力の強化等の自動車及び道路を巡る諸課題の解決に大きな効果が期待される自動車の自動運転に的確に対応するため、国土交通省は 2016 年 12 月に国土交通大臣を本部長とする「国土交通省自動運転戦略本部」を設置し、翌年 6 月に「自動運転の実現に向けた今後の国土交通省の取り組み」を公表した。図 24 はその最新版（2018 年 12 月公表）であり、表 11 のとおり関係省庁と連携してルールを整備、システムの実装などを進めているところである。

【図 24：自動運転の実現に向けた今後の国土交通省の取り組み（2018 年 12 月）】



出典：自動運転戦略本部 Web ページ

【表 11：自動運転の実用化・普及に向けた行政の主な役割】

項目	内容
車の安全基準の整備	・国連における国際基準作りを主導（共同議長） 【国土交通省】
技術開発支援	・ダイナミックマップなど協調領域の技術の開発支援 【関係府省庁連携】
導入・普及支援	・地域のニーズに即した実証実験の実施 ・自動運転につながる技術の導入支援（購入補助、税制上の特例、性能の比較・公表等） 【国土交通省】
保険制度のあり方の検討	・自動運転に対応した自賠責保険を含む保険制度のあり方の検討 【国土交通省、金融庁等】
事故時の責任関係の整理	・自動運転車の事故時の責任関係のあり方の検討 【警察庁等】
運転免許制度	・自動運転に対応した運転免許制度のあり方の検討 【警察庁】

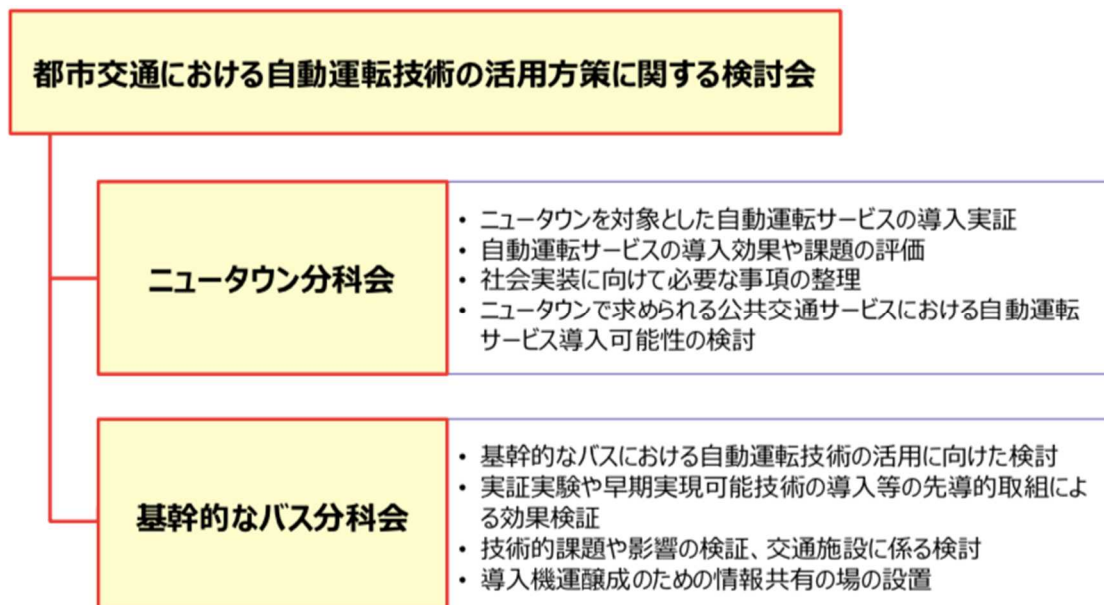
出典：自動運転戦略本部（第1回会合）資料2

3 都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会（国土交通省）

「自動運転の実現に向けた今後の国土交通省の取り組み（2018 年 12 月）」のうち、公共交通への自動運転技術の活用に関わる項目は「3. 自動運転の実現に向けた実証実験・社会実装」の「（1）移動サービスの向上」中、「③都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討」である。このため、国土交通省は 2017 年 11 月に外部有

識者で構成する「都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会」を設置して検討を進めているところである（図 25 参照）。

【図 25：都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会】



出典：自動運転戦略本部(第4回会合)資料2

この検討会では、「ニュータウン分科会」及び「基幹的なバス分科会」における実証実験、報告等を踏まえ、自動運転の都市への影響に関する調査分析を行うとともに、都市交通、都市交通施設のあり方について検討することとしている。2019年1月現在、公共交通と個別移動それぞれに着目し、自動運転が普及することにより現在の都市に対して将来的にどのような影響や課題があると想定されるか、先進的な研究成果等をもとに仮説を立て、対応方針を検討しているところである。表 12 はそのうち公共交通に着目した影響についての仮説である。

自治体にとっての大きな関心事である自動運転車の普及が交通インフラに与える影響については、この検討会における議論を注視する必要がある。人口密度や公共交通重視の陸上交通政策、発達した交通インフラの整備状況といった面で多くの自治体と前提条件が大きく異なるシンガポールの事例を調べたところであまり参考にならないため、インフラ整備についての本稿での考察は避けることとする。

【表 12：自動運転の都市への影響（公共交通に着目した影響）についての仮説】

①都市交通への影響	
<公共交通の運行頻度向上> ・資格が必要な運転士を削減でき、公共交通運行に係る人件費の削減、ドライバー不足の解消につながる結果、運行頻度の維持・増強などサービス向上が図られる可能性がある。 ・運行頻度の向上により、自動車利用から公共交通利用への転換が促進され、公共交通利用者数が増加する可能性がある。	
②都市交通施設への影響	
<街路空間>	・自動車利用から公共交通利用へ転換されることで、自動車交通量が減少し、主要幹線道路や中心市街地での道路混雑の緩和が想定される。 ・既存の公共交通と連携しつつ自動運転技術を導入することで、街路空間を再編し、様々なモードの公共交通が効率的に混在する走行空間整備を図るなど、街路空間を効率的に活用できる可能性がある。
<バス停>	・公共交通への自動運転の導入が進むためには、正着性の向上やバリアフリー対応など、より安全で円滑な利用や乗換えが可能な環境の確保が求められる。 ・基幹公共交通軸や幹線バス路線を中心に、高頻度での運行が可能と考えられるところ、これに対応した施設容量や、車外精算や多様な決済方法の導入など迅速に乗降が可能な環境の確保が求められる。
<駅前広場・交通結節点>	・公共交通への自動運転車両の導入により、運行頻度の増強とともに主要駅や主要な結節点では乗換え需要が増加することから、施設の円滑な乗換え機能の確保が求められる。 ・駅でのバス待機スペースの設置場所の自由度が高まる。
<駐車場>	・自動運転車両の導入による公共交通利便性向上により、自動車利用が減少し、駐車場需要が減少する可能性がある。
③都市構造への影響	
・自動運転車の公共交通への導入により公共交通軸が維持強化されることで、持続可能で活発な都市の形成に寄与する可能性がある。 ・都市部を中心とした MaaS 等の新たな技術の導入と相俟って、都心部の魅力向上につながる可能性がある。	

出典：都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会（平成 30 年度第 1 回会合）資料 3

（1）ニュータウン分科会

ニュータウンにおける持続可能な公共交通サービスの実現に向け、将来求められる公共交通サービスイメージを検討し、自動運転サービスの導入による効果・課題を整理している。実証実験を通じて、以下の課題解決に向けた対応策を検討することとしている。

①安全面での課題

・歩行者、自転車が混在し無信号交差点の多い生活道路走行の安全性、視認性等の確保

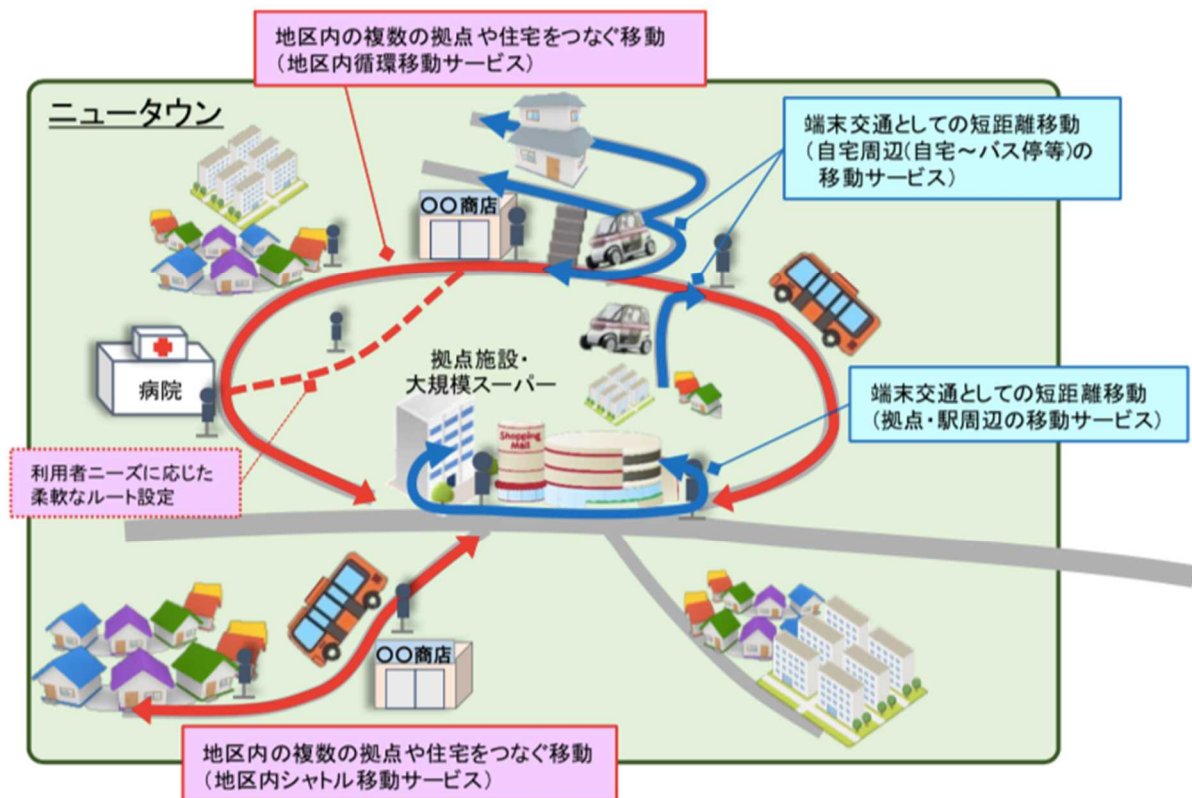
②サービス及び施設上の課題

・地区特性、技術的制約等に応じた適切な運行計画（ルート、停車箇所、走行速度等）の設定及び検証

③システム上の課題

・利用者ニーズに応じたルート変更の安定性の検証（乗車予定者の確実な乗車等）

【図 26：ニュータウンで求められる公共交通サービスイメージ】



出典：自動運転戦略本部(第4回会合)資料2

(2) 基幹的なバス分科会

「都市軸となる路線」、「都心循環線」、「拠点内回遊線」を対象に、自動運転技術だけでなく、基幹的なバスの高度化⁷と組み合わせて、課題解決・機能向上を図っていくこととしている。実証実験の実施に加え、専用走行路や専用車線などを有し、技術的に導入しやすい基幹的なバスへの自動運転導入の機運醸成に向けた取り組みも推進することとしている。

⁷ 基幹的なバスの高度化

専用走行空間や車外改札方式の停留所、正着制御を容易とする縁石構造や付帯施設の整備など。

The diagram illustrates a compact urban network structure with the following components:

- 都心 (City Center):** Represented by a central cluster of buildings and a bus icon.
- 都心拠点・駅 (City Center Node/Station):** A specific node within the city center, marked with a house icon.
- 都心拠点 (City Center Node):** Several other nodes within the city center, marked with building icons.
- 都市フリンジ拠点 (Urban Fringe Node):** A node located outside the city center, marked with a house icon.
- 都市フリンジ (Urban Fringe):** The area surrounding the city center, marked with a dashed line.
- 都心アクセス線 (City Center Access Line):** A red line connecting the city center to the urban fringe.
- 都市アクセス線 (Urban Access Line):** A red line connecting the urban fringe to the city center.
- 都市循環線 (Urban Loop Line):** A red line forming a loop around the city center.
- 拠点内回遊線 (Node Internal Loop Line):** A red line forming a loop around the city center node.
- 都心循環線 (City Center Loop Line):** A red line forming a loop around the city center.
- 都市フリンジ線 (Urban Fringe Line):** A red line connecting the urban fringe to the city center.
- 都心拠点・駅 (City Center Node/Station):** A specific node within the city center, marked with a house icon.
- 都市フリンジ拠点 (Urban Fringe Node):** A node located outside the city center, marked with a house icon.
- 都市フリンジ (Urban Fringe):** The area surrounding the city center, marked with a dashed line.
- 都心アクセス線 (City Center Access Line):** A red line connecting the city center to the urban fringe.
- 都市アクセス線 (Urban Access Line):** A red line connecting the urban fringe to the city center.
- 都市循環線 (Urban Loop Line):** A red line forming a loop around the city center.
- 拠点内回遊線 (Node Internal Loop Line):** A red line forming a loop around the city center node.
- 都心循環線 (City Center Loop Line):** A red line forming a loop around the city center.
- 都市フリンジ線 (Urban Fringe Line):** A red line connecting the urban fringe to the city center.

第2節 シンガポールの事例を踏まえて

1 将来目指すべきはオンデマンド自動運転バスの導入

しかし、移動弱者対策として考えた場合、乗換えなしで行きたいところに自由に直接行ける方が便利であるし、そのことによって高齢者等の外出の機会が促進され、生きがい創出・健康増進にもつながる。日進月歩の技術動向やシンガポールの先行事例からも、利便性にも輸送力にも優れるオンデマンド自動運転バス導入に向けての検討が早晚日本でも始まるのは明らかであろう。

29

2 ビーラインによる公共交通データの収集・公開

オンデマンド自動運転バスを導入し、より良いサービスを提供するためには、できる限り早く対策を始め、地域独自の運行データ、運行ノウハウを蓄積しておく必要がある。そのために自治体が交通事業者と連携して踏み出す第一歩としては、以下の点からシンガポール陸上交通庁のビーラインが参考になるのではないと思われる。

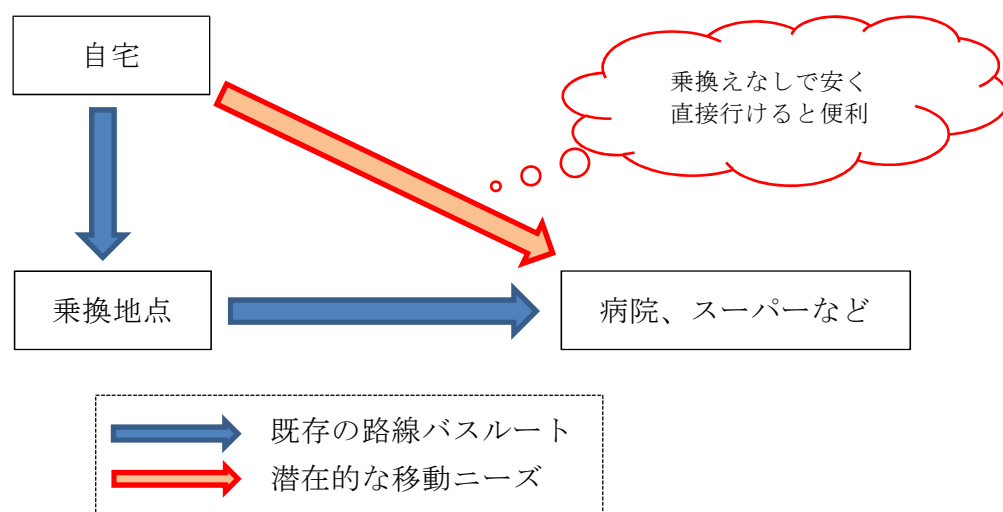
(1) 住民の移動ニーズの把握

オンデマンド自動運転バスの導入に向けて住民の移動ニーズを把握するためには1回限りのアンケートや意見聴取などによるのではなく、日々の実際の移動状況をデータとして蓄積していく必要がある。この点、ビーラインは実際に運行している民間交通事業者のシャトルバスの利用状況及び新設ルートの提案という形で利用者の移動ニーズを把握することができる。

たしかに、既に公共交通網が張り巡らされ、料金はEZリンクカードによる支払いであればどの公共交通機関（MRT、LRT 及びバス）を利用しても通算距離で計算される制度（乗換えの都度初乗り料金がかかることはない）、Grabをはじめとする配車サービスが充実しているシンガポールにおいては必要性、認知度ともに今一つの感がある。

しかし、このような状況にない日本、とりわけ公共交通不便地の多い地方では、他の手段では得られない潜在的な移動ニーズを定量的に把握できる可能性があると思われる。

【図 28：移動弱者の潜在的な移動ニーズ】



(2) 交通事業者のリスク軽減

公共交通データを収集できるのは自治体ではなく交通事業者である。しかしシステムの構築負担が大きいため交通事業者によって対応がまちまちになる恐れがある。そこでビーラインのように自治体が主導して共通のプラットフォームを構築するの

も一考の余地があると思われる。このことにより交通事業者のリスクを軽減し、より多くの交通事業者の参加を得て蓄積データを増やすことができるのではないかとと思われる。

また、システム構築後の運行方法も参考になる。ビーラインを活用したシャトルバスは毎回ある程度の乗客が見込める前提で運行されているため、この点においても交通事業者のリスクは軽減される。

(3) オープンデータ化による利便性の向上

ビーラインと同様、公共交通データは加工しやすいデータとして交通事業者以外にも公開されるべきである。個々の事業者がこれらのデータを分析することにより、オンデマンド自動運転バスの導入前であっても、柔軟な運行ルート、運行本数の見直しといった形で既存の公共交通のサービス改善、運行効率化に活用することができる。また、検索サイト事業者などにリアルタイム路線検索に活用してもらうことにより利用者の利便性向上にもつながるものである。

なお、収集・公開すべきデータについては、国土交通省が 2017 年 3 月に定めた「標準的なバス情報フォーマット」⁸を参考にされたい。また、オープンデータ化によるメリットやリスク、コスト負担のあり方等については、国土交通省が 2017 年 3 月に設置した「公共交通分野におけるオープンデータ推進に関する検討会」における議論を注視したい。

本稿においては、シンガポールが移動弱者対策として最新の情報通信技術を公共交通にどのように活用しようとしているのか、具体的な開発事例を挙げながら紹介してきた。

この分野はとてつもないスピードで日々進化を遂げているものの、シンガポールは政府主導で今後も世界の先頭集団を走り続けるであろう。そのために今後どのような政策を打ち出していくのか、シンガポールの動きを引き続き注視していきたい。

⁸ 標準的なバス情報フォーマット

http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo12_hh_000109.html

参考文献

1 文献・論文・報告書等

- 日本貿易振興機構（ジェトロ）シンガポール事務所「シンガポールにおける医療・社会福祉サービスに関する調査報告書」（2014 年 1 月）
- BIZLAB. 「シンガポールのスマートネーション構想」（2017 年 7 月）
- 富士通株式会社「オンデマンド交通サービスを軸としたシェアリングエコノミーの実現」（2018 年 5 月）
- 国土交通政策研究所報第 69 号「MaaS（モビリティ・アズ・ア・サービス）について」（2018 年夏季）

2 ウェブサイト

- シンガポール統計局 Web ページ（Population and Population Structure）
<https://www.singstat.gov.sg/find-data/search-by-theme/population/population-and-population-structure/latest-data>
- シンガポールスマートネーションデジタル政府室 Web ページ「Smart Nation Singapore」
<https://www.smartnation.sg/>
- シンガポール経済開発庁 Web ページ
<https://www.edb.gov.sg/content/edb/ja.html?>
- シンガポール陸上交通庁 Web ページ（ON-DEMAND PUBLIC BUS TRIAL）
<https://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/public-transport/buses/odpb-trial.html>
- 首相官邸 Web ページ（経済政策の方向性に関する中間整理）
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/chukanseiri.pdf>
- 内閣府 Web ページ（高齢社会白書）
<https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/index-w.html>
- 総務省統計局 Web ページ（人口動態調査）
https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00450011&tstat=000001028897&cycle=7&cycle_facet=%3Acycle
- 自動運転戦略本部 Web ページ
http://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_tk7_000018.html
- 公共交通分野におけるオープンデータ推進に関する検討会 Web ページ
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/jouhouka/sosei_jouhouka_tk1_000008.html
- PopulationPyramid.net
<https://www.populationpyramid.net>
- ガーデズバイザベイ Web ページ
<http://www.gardensbythebay.com.sg/en.html>
- 南洋理工大学 Web ページ

<https://www.ntu.edu.sg/Pages/home.aspx>

○Grabシャトル (GrabShuttle) Web ページ

<https://www.grab.com/sg/shuttle/>

○Grabシャトル・プラス (GrabShuttlePlus) Web ページ

<https://www.grab.com/sg/shuttleplus/>

○THE STRAITS TIMES Web ページ

<https://www.straitstimes.com>

3 新聞・雑誌

○時事速報シンガポール版 1 便 (2018 年 1 月 23 日)

○時事速報シンガポール版 1 便 (2018 年 4 月 18 日)

○時事速報シンガポール版 1 便 (2018 年 6 月 7 日)

○時事速報シンガポール版 1 便 (2018 年 12 月 4 日)

用語解説

オンデマンドバス	利用者のデマンド（需要）に合わせて運行するバス。
ダイナミック・ルーティング	ルータなどが経路情報を交換しあい、自動的に生成・更新し続ける経路表（ルーティングテーブル）に基づいて経路選択を行うこと。（IT 用語辞典）
ビッグデータ	一般的に、既存の通常の技術では処理や管理が困難であるほど、巨大で複雑なデータの集合を指す語。（IT 用語辞典）
ヘイズ	主にインドネシア・スマトラ島の焼畑や森林火災等が原因で発生する煙害。
マッチング・アルゴリズム	マッチング問題を解くアルゴリズム（計算や問題を解決するための手順、方式。）。（OR 事典）
AI	Artificial Intelligence の略。人工知能。
EZ リンクカード	Suica のような電子式の乗車カード（MRT、LRT、バス共通）。
GPS	Global Positioning System の略。全地球測位システム（人工衛星を利用して自分が地球上のどこにいるのかを正確に割り出すシステム）。（IT 用語辞典）
HDB	シンガポール住宅開発庁（Housing Development Board）が開発する公共住宅（原則分譲）の略で、総人口の約 80%が居住する。
ICT	Information and Communication Technology の略。情報通信技術。
IoT	Internet of Things の略。モノのインターネット。あらゆるモノがインターネットを通じて接続され、モニタリングやコントロールを可能にするといった概念・コンセプト。（IT 用語辞典）
ITS	Intelligent Transport System の略。高度道路交通システム。
Kampong	マレー語で「村」の意。
LRT	Light Rail Transit の略。MRT 駅と周辺のニュータウンを結ぶ支線としての働きを担う新交通システム。
MaaS	Mobility as a Service の略。情報通信技術を活用して交通をクラウド化し、公共交通か否か、またその運営主体にかかわらず、マイカー以外のすべての交通手段によるモビリティ（移動）を 1 つのサービスとしてとらえ、シームレスにつなぐ新たな「移動」の概念。（国土交通政策研究所）
MRT	Mass Rapid Transit の略。シンガポールにおいて、街の中心部では地下、郊外では高架を走る都市型高速鉄道。
SMS	Short Message Service の略。

【執 筆】

一般財団法人自治体国際化協会シンガポール事務所
所長補佐 上玉利 茂

【監 修】

所 長 天利 和紀
次 長 渡邊 美香
調査役 山谷 公男
上級調査員 Siau Min Yang